

## ÇORUM YÖRESİ BALLARININ FENOLİK MADDE İÇERİKLERİ İLE RENK VE ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

**Nihal Güzel, K. Savaş Bahçeci\***

Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye

Geliş / Received: 20.06.2019; Kabul / Accepted: 05.10.2019; Online baskı / Published online 15.11.2019

Güzel, N., Bahçeci, K.S. (2019). Çorum yöresi ballarının fenolik madde içerikleri ile renk ve antioksidan kapasiteleri arasındaki ilişki. GIDA (2019) 44 (6) 1148-1160 doi: 10.15237/gida.GD19095

*Güzel, N., Bahçeci, K.S. (20\*\*). Correlation of phenolic content of honeys from Çorum region with colour and antioxidant capacity. GIDA (2019) 44 (6) 1148-1160 doi: 10.15237/gida.GD19095*

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı Çorum yöresi ballarının toplam fenolik madde ve flavonoid içerikleri ile renk ve antioksidan kapasiteleri arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesidir. Bu amaçla 47 bal örneğinin toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemi, flavonoid içeriği ise alüminyum klorür yöntemiyle analiz edilmiştir. Antioksidan kapasitesinin belirlenmesi için iki farklı yöntem (ABTS, DPPH) kullanılmış ve antioksidan kapasitenin ABTS yöntemi için 0.466-1.353 mM TEAC, DPPH yöntemi için 0.170-0.605 mM TEAC aralığında değiştiği belirlenmiştir. Toplam fenolik ve toplam flavonoid içerikleri sırasıyla 243-546 mg GAE/kg ve 30.8-87.0 mg CE/kg aralığında değişmektedir. Bal örneklerinin CIE renk parametreleri olan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 32.02-41.48, 0.20-6.82 ve 10.76-20.58 aralığında belirlenmiştir. Pfund değerleri 1.0-111.2 aralığında olup bal örneklerinin çoğu beyaz ile açık amber arasında renge sahiptir. Örneklerin fenolik madde içerikleri ile renk değerleri ve antioksidan kapasiteleri arasında güçlü korelasyonlar olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bal, antioksidan kapasite, fenolik bileşenler, flavonoidler, renk, Çorum

### CORRELATION OF PHENOLIC CONTENT OF HONEYS FROM ÇORUM REGION WITH COLOUR AND ANTIOXIDANT CAPACITY

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the correlations between total phenolics, total flavonoids and colour and antioxidant capacities of honeys from Çorum region. Forty seven honey samples were analyzed for their total phenolic and flavonoid contents by using Folin-Ciocalteu reagent and aluminum chloride method. ABTS and DPPH assays were used for determination of antioxidant capacity, and the values were varied between 0.466-1.353 mM TEAC for ABTS, and 0.170-0.605 mM TEAC for DPPH. Total phenolics and flavonoids were ranged from 243 to 546 mg GAE/kg and from 30.8 to 87.0 mg CE/kg, respectively. The CIE colour parameters were determined between 32.02-41.48, 0.20-6.82 and 10.76-20.58 for  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ , respectively. Pfund values were in the range of 1.0-111.2, and most of the honeys had colour ranged from white to light amber. Strong correlations were observed between phenolic contents, colour and antioxidant capacities of the samples.

**Keywords:** Honey, antioxidant capacity, phenolic compounds, flavonoids, colour, Çorum

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: ksavasbahceci@hitit.edu.tr

☎: (+90) 364 227 4537

☎: (+90) 364 227 4535

### GİRİŞ

Bilinen en eski ve geleneksel tatlandırıcı olan bal; doğal, işlenmemiş ve kolay sindirilebilir bir besin olarak yüzyıllardır diyetimizin önemli bir parçası olmuştur (Feas vd., 2010; Escuredo vd., 2013). Beslenme fizyolojisi bakımından yararları yanında balın yara ve yanıkların iyileştirilmesi ve ağız sağlığı için de uygun bir alternatif olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Lay-Flurrie, 2008; Burlando ve Cornara, 2013; Governa vd., 2019). Bunun yanında çeşitli araştırmalarda balın antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra çeşitli kanserlerin tedavisindeki potansiyel rollerine de vurgu yapılmaktadır (Bardy vd., 2008; Subramanian vd., 2016; Battino vd., 2019).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre bal, "bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün" olarak tanımlanır. Bu doğal ürün esas olarak başta fruktoz ve glukoz olmak üzere maltoz, sukroz ve diğer oligo- ve polisakkarikleri içeren farklı karbonhidratların konsantre bir sulu çözeltisi konumundadır (Escuredo vd., 2013). Söz konusu karbonhidratlar balın kuru ağırlığının yaklaşık %95'ini oluştururlar ve bal tüketiminden sonraki sindirim sürecinde hızlı bir şekilde kana karışarak insan vücudu tarafından temelde enerji ihtiyacı için kullanılırlar (Bogdanov vd., 2008). Bununla birlikte balın yaklaşık 200 farklı minör bileşene sahip olduğu ve beslenme fizyolojisi açısından esasında bu bileşenlerin oldukça önemli rol oynadıkları belirtilmektedir (Ferreira vd., 2009; Manzanares vd., 2014). Nitekim bu minör bileşenler, balın doğal bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmesine ciddi katkılar sunar. Bu anlamda katalaz, glukoz oksidaz ve peroksidaz gibi enzimler yanında askorbik asit,  $\alpha$ -tokoferol, karotenoidler, amino asitler, proteinler, organik asitler ve Maillard reaksiyon ürünleri balda bulunan antioksidan etkili bileşenler olarak ortaya çıkmaktadır. Bunların yanı sıra balın antioksidan kapasitesine katkı sağlayan esas unsurun ise

flavonoidler ve fenolik asitler içerisinde yer alan 150'den fazla bileşenden oluşan fenolik madde grubu olduğu ifade edilmektedir (Ferreira vd., 2009).

Balın sahip olduğu fenolik maddelerin miktarı ve bileşimi floral kaynaklara bağlı olarak değişim gösterir (Rababah vd., 2014). Bunun yanı sıra bal, aynı tür arılar ya da aynı tür nektardan elde edilse dahi arıların yaşı, toprak ve iklim koşulları gibi farklılıklar bileşim üzerine etkilidir (Sant'ana vd., 2014). Bu anlamda, balın bileşiminde yer alan fenolik bileşenlerin hem serbest radikalleri sönmelendirme kapasitelerinden dolayı antioksidan etki göstermeleri hem de floral markör olarak kullanılmalarından dolayı üzerinde önemle durulmaktadır. Balın fenolik bileşimi kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda vanilik asit, kafeik asit, şiringik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, kuersetin, kamferol, miristein, elajik asit, galangin, 3-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, 4-hidroksibenzoik asit, rosmarinik asit, gallik asit, hesperetin ve benzoik asit gibi fenolik asitler ve flavonoidleri içeren fenolik bileşenlerin tespit edildiği görülmektedir (da Silva vd., 2016). Balın fenolik bileşenleri içerisinde en önemli fonksiyonel grubu flavonoidler oluşturmakta olup, toplam antioksidan kapasite üzerine de son derece etkilidirler (Alvarez-Suarez vd., 2012; Perez-Perez vd., 2013). Bu anlamda flavonoid yapılarıdaki hidroksil gruplarının sayısı ve konumu ile flavonoid molekülünün glikolizasyonu antioksidan kapasite açısından belirleyici rol oynar (da Silva vd., 2016). Yapılan bazı çalışmalarda toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri olarak monofloral çiçek ballarında 20-390 mg/kg (Bertoncelj vd., 2007; Al vd., 2009), multifloral çiçek ballarında ise 126.8-1525.2 mg/kg (Bertoncelj vd., 2007; Sant'Ana vd., 2014; Wilczynska, 2014) arasında değişirken, flavonoid içeriği kateşin eşdeğeri olarak 19.9-118.6 mg/kg düzeyinde belirlenmiştir (Sant'Ana vd., 2014). Yine yapılan bazı araştırmalarda balın flavonoid içeriği kuersetin eşdeğeri olarak 6.5-153.3 mg/kg aralığında da rapor edilmiştir (Al vd., 2009; Can vd., 2015; Halouzka vd., 2016).

Diğer tüm gıdalarda olduğu gibi balda da renk, ürün üzerindeki ilk algıyı oluşturması bakımından

özellikle ticaret noktasında çok önemli bir yere sahiptir. Renk, baldaki en değişken parametrelerden biri olup, temel olarak botanik orijinden etkilenir. Aynı zamanda kül miktarı ile kovandaki ve depolama sürecindeki sıcaklık renk üzerine etkilidir (Gambaro vd., 2007). Yine fenolik madde içeriğinin renk üzerinde önemli etkisi olduğu ve koyu renkli balların genel olarak toplam fenolik içeriklerinin ve buna bağlı antioksidan kapasitelerinin daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Sant'Ana vd., 2014). Bal, oldukça açık tonlardan koyu amber tonlara kadar geniş bir yelpazede renge sahip olmakla birlikte genel olarak parlak sarı ve kırmızımsı renklerin daha yaygın olduğu görülmektedir. Renk ölçümü açısından farklı değerlendirmeler bulunmakla birlikte bal için ağırlıklı olarak Pfund skalası kullanılmaktadır (Çizelge 1). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), bal rengini Pfund skalasına göre su beyazından koyu ambere kadar yedi kısımda sınıflandırmış olup, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde de benzer şekilde "balın renginin su beyazından koyu amber renge kadar değişebildiği" belirtilmiştir. Mevzuatta sadece salgı balları için rengin Pfund skalasına göre en az 60 olması gerektiği ifade edilmiştir. Pek çok ülkede balın rengi, fiyatını belirleyen unsurlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte bu konuda genel bir fikir birliği mevcut olmayıp, bazı yörelerde açık renkli bazı yörelerde ise koyu renkli ballar tüketiciler tarafından daha değerli kabul edilmektedir (Tuberoso vd., 2014).

Çizelge 1. Pfund skalasına göre bal renkleri

Bal Rengi <i>Honey colour</i>	Pfund sayısı (mm) <i>Pfund value (mm)</i>
Su Beyazı <i>Water White</i>	< 8
Ekstra Beyaz <i>Extra White</i>	8–17
Beyaz <i>White</i>	17–34
Ekstra Açık Amber <i>Extra Light Amber</i>	34–50
Açık Amber <i>Light Amber</i>	50–85
Amber <i>Amber</i>	85–114
Koyu Amber <i>Dark Amber</i>	>114

Balın kompozisyonu, üretildiği bölgenin iklim koşulları ve nektar kaynaklarından önemli ölçüde etkilendiğinden değişik coğrafi bölgelerden elde edilen balların bileşimleri farklılık gösterir (Sagdıç vd., 2013). Sahip olduğu zengin bitki örtüsü yanında coğrafi ve iklim şartları nedeniyle de bal üretimi açısından son derece uygun koşullara sahip ülkemizin çeşitli bölgelerinde üretilmiş gerek nektar ya da salgıdan elde edilen monofloral ballar (Akbulut vd., 2009; Özcan ve Ölmez, 2014) gerekse de multifloral balların (Küçük vd., 2007; Can vd., 2015) renk ve bileşimleri ile ilgili çeşitli araştırmalar mevcut iken, Çorum iline ait söz konusu alanda bilimsel bir veri bulunmamaktadır. Bu anlamda gerçekleştirilen çalışmanın amacı, Çorum yöresinde üretilen balların toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içerikleri gibi biyoaktif özellikleri yanında renk karakteristikleri ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesidir. Bunun yanı sıra fenolik madde içerikleri ile renk ve antioksidan kapasite arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışma kapsamında, Çorum İli Arı Yetiştiricileri Birliği aracılığı ile Çorum'un farklı yörelerinden temin edilen 47 bal örneği kullanılmıştır. Bal örneklerinin 22'si Çorum merkez ve merkeze bağlı köylerden, kalan örnekler ise ilçelerden temin edilmiştir. Tümü 2015 yılı üretimi olan numuneler, analiz edilinceye kadar ağzı kapalı cam şişelerde, oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmişlerdir. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Merck (Darmstadt, Germany) ve Sigma (St. Louis, MO, USA) firmalarından sağlanmıştır.

### Toplam fenolik madde analizi

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları, Sancho vd. (2016) tarafından uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. 0.5 g bal örneği bir miktar saf su içerisinde çözüldürüldükten sonra hacmi 5 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilen 250 µL örnek alınarak üzerine 1.25 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu's fenol çözeltisi eklenmiş, karıştırılan ve 3 dak bekletilen örneklere 1.0 mL 2 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ilave

edilmiştir. İyice karıştırılan örnekler oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 1 saat tutulmuştur. Süre sonunda örneklerin absorptans değerleri spektrofotometrik olarak 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Shimadzu UV-1800, Japan). Örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı, daha önce farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit çözeltilerinin absorptans değerlerinden elde edilen standart eğri yardımıyla hesaplanmış, sonuçlar “mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg” olarak verilmiştir.

### Toplam flavonoid analizi

Bal örneklerindeki toplam flavonoid miktarları, Rababah vd. (2014) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Buna göre saf su ile 1:10 oranında seyreltilen bal örneklerinden 250 µL alınarak, üzerine 1.25 mL saf su ve 75 µL %5’lik NaNO<sub>3</sub> eklenmiş, karıştırma ve 5 dak beklemenin ardından 150 µL %10’luk AlCl<sub>3</sub> eklenmiştir. Tekrar karıştırma ve 5 dak bekleme sonrasında 0.5 mL 1.0 M NaOH eklenmiş ve hacim saf su ile 2.5 mL’ye tamamlanarak absorptans değerleri spektrofotometrik olarak 510 nm’de ölçülmüştür. Örneklerde bulunan toplam flavonoid miktarı, daha önce farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kateşin çözeltilerinin absorptans değerlerinden elde edilen standart eğri yardımıyla hesaplanmış, sonuçlar “mg kateşin eşdeğeri (CE)/kg” olarak verilmiştir.

### Renk analizleri

$L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri, Minolta renk ölçüm spektrofotometresi (Minolta CM-3600d) kullanılarak ölçülmüştür. CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) renk değerlerine göre  $L^*$  değeri parlaklığın göstergesi olup 0 (siyah) ile 100 (beyaz) aralığında değer almaktadır.  $a^*$  değeri kırmızı-yeşil ( $+a^*$  kırmızı,  $-a^*$  yeşil) ve  $b^*$  değeri ise sarı-mavi ( $+b^*$  sarı,  $-b^*$  mavi) skalayı göstermektedir.

$L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerine ek olarak renk analizi, net absorptans ve Pfund değerlerinin belirlenmesi ile de gerçekleştirilmiştir. %50’lik (w/v) bal çözeltisi, filtre edildikten sonra 450 ve 720 nm dalga

boyunda absorptans değerleri ölçülmüş ve bu iki değer arasındaki fark AU cinsinden net absorptans değerini vermiştir (Bertoncelj vd., 2007).

Pfund değerinin belirlenmesi amacıyla ise yine %50’lik (w/v) bal çözeltisinin 635 nm dalga boyunda absorptans değeri ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımı ile de Pfund değeri hesaplanmıştır (Ferreira vd., 2009; Sant’Ana vd., 2014).

$$\text{mm Pfund} = -38.70 + 371.39 \times A$$

mm Pfund: Pfund skalasında balın renk şiddeti

A: Bal çözeltisinin absorptans değeri

### Antioksidan kapasite analizi

Örneklerin antioksidan kapasite içerikleri, ABTS [2,2’-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] ve DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yöntemleri kullanılarak iki farklı şekilde belirlenmiştir (Kırca ve Özkan, 2010). ABTS yönteminin temeli, stabil olarak oluşturulan ABTS<sup>+</sup> radikal katyonunun antioksidan madde tarafından söndürülmesi sonucunda 734 nm dalga boyunda gerçekleşen absorptans (mavi-yeşil renk) azalmasının (% inhibisyon) ölçülmesidir. ABTS yönteminde, 0.5 g bal örneği bir miktar saf su içerisinde çözüldürüldükten sonra hacmi 5 mL’ye tamamlanmıştır. Bu çözülden alınan 50 µL örnek, 950 µL seyreltilmiş ABTS<sup>+</sup> radikal çözeltisi ile karıştırılmış ve 734 nm dalga boyunda 6 dak sonunda absorptans değeri ölçülmüştür. Reaksiyon sonucu harcanan ABTS<sup>+</sup> miktarı sentetik bir antioksidan olan troloks eşdeğeri olarak hesaplanmış ve mM TEAC olarak verilmiştir.

DPPH yöntemi de, antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH<sup>\*</sup> radikalini indirgeme yeteneklerinin ölçümüne dayanmaktadır. Söz konusu radikalın, test bileşiği ile reaksiyonundan sonra indirgenmesi sonucu renkte meydana gelen azalma spektrofotometrik olarak 517 nm dalga boyunda ölçülmektedir. 1:10 oranında saf su ile seyreltilmiş bal örneğinden 0.25 mL alınarak üzerine metanolde hazırlanan 2.75 mL 1 mM’lık DPPH<sup>\*</sup> radikal çözeltisi ilave edildikten sonra iyice karıştırılan örnekler, oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dak bekletildikten

sonra spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda metanole karşı absorpsiyon okunmuştur. Aynı işlem kör deneme olarak örnek çözeltisi yerine 0.25 mL metanol çözeltisi üzerine 2.75 mL radikal ilavesi ile de gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sonucu harcanan radikal miktarı troloks eşdeğeri olarak hesaplanmış ve mM TEAC olarak verilmiştir.

### İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmelerinde SPSS 16.0 paket programından yararlanılmıştır. Bal örneklerinin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içerikleri ile renk ve antioksidan kapasite arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayıları ile belirlenmiştir.

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Bal örneklerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid içerikleri ile antioksidan kapasiteleri Çizelge 2'de verilmektedir. Fenolik maddeler balda bulunan minör bileşenler içerisinde olmakla birlikte sağlık açısından son derece önemli olup, bal kalitesi açısından da öncelikli olarak değerlendirilmesi gereken maddelerdendir. Nitekim yüksek polifenol içeriği aynı zamanda

yüksek antioksidan kapasiteyi, dolayısıyla sağlık üzerinde daha olumlu etkiyi işaret etmektedir (Alvarez-Suarez vd., 2010). Araştırma kapsamında Çorum yöresi ballarının toplam fenolik içeriklerinin gallik asit eşdeğeri cinsinden 243-546 mg/kg aralığında değiştiği ve ortalama 381 mg/kg düzeyinde olduğu saptanmıştır. Fenolik bileşenler içerisinde önemli bir grubu oluşturan flavonoid açısından ise kateşin eşdeğeri cinsinden 30.8-87.0 mg/kg (ort. 55.9 mg/kg) aralığında sonuç elde edilmiştir. Balların fenolik madde içerikleri ile ilgili olarak literatürde geniş aralıkta sonuçlar elde edilen değişik çalışmalar mevcuttur. Örneğin Sağdıç vd. (2013), Türkiye'de üretilen farklı botanik orijinli balların toplam fenolik madde miktarlarının 15-1082 mg GAE/kg arasında değiştiğini rapor etmektedir. Yine Bahçeci vd. (2015a), gerek ticari ve gerekse direkt olarak üreticilerden temin ettikleri bal örneklerinde, toplam fenolik madde içeriklerini 138-1048 mg GAE/kg aralığında saptamışlardır. Balların çeşidine göre farklılık olmakla birlikte genel olarak salgı ballarının fenolik madde içeriklerinin çiçek ballarına göre daha fazla olduğu belirtilmektedir (Escuredo vd., 2013; Bahçeci vd., 2015b; Flores vd., 2015).

Çizelge 2. Bal örneklerinin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içerikleri ile antioksidan kapasiteleri

Table 2. Total phenolic contents, total flavonoids, and antioxidant capacities of honey samples

Örnek kodu Sample code	Toplam fenolik madde Total phenolic content (mg GAE <sup>1</sup> /kg)	Toplam flavonoid Total flavonoids (mg CE <sup>2</sup> /kg)	Antioksidan kapasite Antioxidant capacity (mM TEAC <sup>3</sup> )	
			ABTS	DPPH
1	395±19	55.2±4.4	0.666±0.011	0.256±0.007
2	489±16	50.3±5.4	0.885±0.058	0.378±0.043
3	405±27	55.7±3.3	0.653±0.090	0.248±0.040
4	454±13	60.1±2.9	0.988±0.096	0.402±0.035
5	389±29	61.7±5.5	0.677±0.076	0.246±0.013
6	530±19	71.5±6.9	1.099±0.155	0.444±0.010
7	537±1	87.0±1.4	1.353±0.177	0.605±0.008
8	341±12	44.1±3.7	0.571±0.069	0.272±0.032
9	377±11	41.4±5.4	0.734±0.034	0.245±0.003
10	354±4	46.8±1.3	0.470±0.060	0.199±0.018
11	395±23	65.0±4.6	0.810±0.112	0.240±0.036
12	396±4	48.2±4.8	0.820±0.022	0.250±0.034
13	247±7	30.8±1.7	0.466±0.012	0.170±0.024
14	371±6	43.9±3.3	0.812±0.145	0.231±0.036

Çorum yöresi ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çizelge 2. devam  
Table 2. continuation

Örnek kodu <i>Sample code</i>	Toplam fenolik madde <i>Total phenolic content</i> (mg GAE <sup>1</sup> /kg)	Toplam flavonoid <i>Total flavonoids</i> (mg CE <sup>2</sup> /kg)	Antioksidan kapasite <i>Antioxidant capacity</i> (mM TEAC <sup>3</sup> )	
			ABTS	DPPH
15	546±10	70.0±2.4	1.165±0.169	0.547±0.068
16	545±10	77.9±6.5	1.034±0.176	0.472±0.060
17	322±1	51.6±3.8	0.659±0.028	0.300±0.029
18	364±1	40.0±1.1	0.625±0.027	0.260±0.032
19	392±8	52.3±1.6	0.739±0.032	0.284±0.044
20	501±0	69.3±1.4	1.097±0.028	0.476±0.064
21	403±5	52.2±8.0	0.853±0.106	0.312±0.043
22	402±19	46.3±4.2	0.768±0.048	0.270±0.031
23	420±8	56.4±1.3	0.869±0.123	0.303±0.080
24	388±8	66.1±8.5	0.970±0.025	0.401±0.050
25	406±51	43.1±3.9	0.674±0.049	0.302±0.032
26	455±10	64.7±8.1	0.948±0.163	0.359±0.061
27	462±11	73.0±2.4	0.889±0.107	0.312±0.077
28	248±11	53.1±4.7	0.571±0.056	0.199±0.015
29	311±14	57.7±2.4	0.770±0.031	0.313±0.040
30	368±8	49.2±5.4	0.738±0.055	0.261±0.033
31	409±4	65.0±2.0	1.040±0.146	0.490±0.051
32	264±5	57.2±2.8	0.536±0.035	0.239±0.065
33	271±31	63.6±2.2	0.639±0.012	0.246±0.012
34	389±3	56.4±8.3	0.779±0.048	0.340±0.050
35	324±29	55.6±4.1	0.665±0.046	0.195±0.037
36	356±1	53.0±3.6	0.706±0.157	0.289±0.056
37	318±3	38.2±6.1	0.651±0.008	0.260±0.024
38	466±13	53.1±1.8	0.944±0.007	0.448±0.010
39	407±14	49.6±2.4	0.894±0.090	0.329±0.026
40	363±10	48.4±3.8	0.899±0.083	0.294±0.033
41	264±12	56.3±1.3	0.590±0.017	0.260±0.001
42	302±6	65.1±3.3	0.658±0.010	0.302±0.002
43	293±16	56.4±3.0	0.572±0.046	0.238±0.017
44	448±13	65.1±7.9	0.935±0.101	0.339±0.036
45	243±5	50.5±3.6	0.641±0.116	0.216±0.009
46	336±29	48.9±1.0	0.592±0.091	0.220±0.032
47	265±13	61.2±1.8	0.658±0.100	0.208±0.020
En düşük <i>Min.</i>	243	30.8	0.466	0.170
En yüksek <i>Max.</i>	546	87.0	1.353	0.605
Ortalama <i>Mean</i>	381	55.9	0.782	0.308

<sup>1</sup>Gallik Asit Eşdeğeri (*Galic Acid Equivalent*)

<sup>2</sup>Kateşin Eşdeğeri (*Catechin Equivalent*)

<sup>3</sup>Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*)

Balda geniş aralıkta sonuç alınan parametrelerden bir diğeri de renk olup, balın rengi Pfund skalası yanında reflektans renk parametreleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) ve net absorbas değerleri kullanılarak da değerlendirilebilmektedir (Gonzalez-Miret vd., 2005, Bahçeci vd., 2015a). Bu noktada Çorum yöresi balları açısından belirlenen renk değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Elde edilen veriler incelendiğinde Pfund skalası baz alınarak 1.0-111.2 mm (ort. 48.2 mm) gibi oldukça geniş bir

aralıkta sonuç elde edilmiştir. Bu anlamda söz konusu skalaya göre örneklerin %2.1'i (1 örnek) su beyazı, %2.1'i (1 örnek) ekstra beyaz, %19.2'si (9 örnek) beyaz, %31.9'u (15 örnek) ekstra açık amber, %42.6'sı (20 örnek) açık amber ve %2.1'i de (1 örnek) amber renkli olarak belirlenmiş olup, genel olarak Çorum yöresi ballarının beyaz ile açık amber arasında renge sahip oldukları görülmektedir.

Çizelge 3. Bal örneklerinin renk değerleri

Table 3. Colour values of honey samples

Örnek kodu Sample code	Pfund sayısı Pfund value (mm)	Net absorbas Net absorbance (AU)	Renk Colour		
			$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	49.3±3.3	0.489±0.020	34.81±0.41	3.81±0.15	14.99±0.42
2	81.6±3.7	0.571±0.007	33.32±0.42	5.09±0.30	13.42±0.97
3	63.1±2.2	0.561±0.005	33.11±0.50	3.98±0.37	12.90±0.90
4	59.9±0.2	0.573±0.006	34.59±1.93	4.48±0.39	12.01±1.01
5	48.2±1.1	0.508±0.007	36.01±0.32	3.12±0.02	13.81±0.81
6	67.7±3.2	0.781±0.013	33.05±0.49	5.56±0.41	12.89±1.37
7	111.2±0.2	0.894±0.017	34.29±3.13	6.82±1.00	11.13±3.72
8	53.0±5.9	0.380±0.003	36.74±0.84	1.44±0.24	13.78±0.28
9	22.2±6.3	0.353±0.015	37.40±0.83	1.00±0.34	13.73±1.03
10	34.5±0.7	0.347±0.007	36.89±1.46	2.44±0.14	13.67±0.36
11	54.0±2.4	0.533±0.006	35.93±0.87	2.56±0.47	13.89±1.25
12	31.9±1.5	0.406±0.005	35.85±0.33	2.57±0.26	11.77±1.05
13	1.0±0.0	0.180±0.003	37.38±1.19	0.20±0.15	11.16±0.96
14	25.6±2.2	0.416±0.023	34.37±1.01	3.63±0.31	11.89±1.01
15	58.2±0.7	0.706±0.002	33.48±0.54	5.24±0.44	10.76±1.15
16	81.6±5.9	0.824±0.006	32.02±0.64	5.90±0.70	11.49±1.00
17	41.1±3.7	0.520±0.017	36.40±0.45	2.86±0.39	14.97±0.85
18	22.2±0.0	0.265±0.020	36.93±0.18	0.90±0.45	12.40±1.53
19	54.3±7.6	0.453±0.006	34.55±0.78	2.95±0.38	14.48±0.75
20	84.8±5.8	0.782±0.005	32.15±0.45	5.61±0.74	11.63±1.17
21	36.9±6.9	0.446±0.005	35.76±0.26	2.65±0.50	14.51±1.43
22	25.9±5.2	0.435±0.017	36.02±0.64	3.11±0.01	14.83±0.31
23	75.1±0.2	0.561±0.000	33.44±0.47	3.85±0.16	11.92±1.18
24	54.0±5.8	0.613±0.012	33.65±1.12	4.36±0.37	13.91±1.29
25	47.3±8.4	0.405±0.006	35.79±1.21	2.19±0.23	12.34±1.15
26	55.8±5.5	0.706±0.040	34.57±0.04	4.48±0.01	16.81±0.07
27	74.0±5.4	0.748±0.001	34.52±1.16	4.40±0.77	13.88±0.18
28	39.7±2.2	0.412±0.017	36.36±0.46	1.93±0.25	17.12±1.50
29	82.0±2.2	0.722±0.003	36.04±0.37	3.81±0.13	14.63±1.02
30	15.9±0.0	0.357±0.015	35.55±0.42	2.68±0.50	14.49±0.26
31	58.4±2.4	0.647±0.013	33.56±0.84	4.97±0.22	10.90±1.72

Çorum yöresi ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çizelge 3. devam  
Table 3. continuation

Örnek kodu <i>Sample code</i>	Pfund sayısı <i>Pfund value</i> (mm)	Net absorbans <i>Net absorbance</i> (AU)	Renk <i>Colour</i>		
			<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
32	45.0±4.6	0.407±0.009	37.01±0.74	1.65±0.35	16.33±1.80
33	37.4±1.5	0.442±0.003	35.95±0.33	2.00±0.28	16.73±1.51
34	21.3±2.8	0.399±0.016	34.82±0.45	3.24±0.35	14.53±0.51
35	45.0±6.5	0.452±0.014	34.62±0.63	1.77±0.29	11.31±0.57
36	41.5±6.3	0.426±0.003	34.73±0.36	3.02±0.56	15.33±0.73
37	24.1±4.1	0.325±0.005	36.45±0.46	1.85±0.35	15.02±0.94
38	27.4±3.0	0.468±0.003	34.00±0.04	3.39±0.74	14.22±0.29
39	25.6±0.7	0.473±0.017	34.90±2.22	4.44±0.30	13.37±1.04
40	35.2±1.9	0.417±0.001	36.70±0.10	2.49±0.63	15.68±1.01
41	65.5±7.6	0.575±0.002	35.93±0.26	2.75±0.35	18.07±1.48
42	50.1±1.9	0.577±0.014	34.60±1.20	3.77±0.27	15.44±1.37
43	62.7±3.3	0.580±0.026	35.20±0.63	3.31±0.23	17.92±0.72
44	61.2±3.3	0.584±0.033	32.97±0.46	4.43±0.50	12.81±1.35
45	35.8±0.2	0.349±0.009	36.92±0.26	1.50±0.13	15.74±1.00
46	40.2±5.0	0.435±0.017	35.55±0.64	2.50±0.12	15.58±1.71
47	38.2±4.1	0.487±0.011	41.48±0.10	3.33±0.03	20.58±0.10
En düşük <i>Min.</i>	1.0	0.180	32.02	0.20	10.76
En yüksek <i>Max.</i>	111.2	0.894	41.48	6.82	20.58
Ortalama <i>Mean</i>	48.2	0.508	35.24	3.28	14.06

Pfund skalası baz alınarak değerlendirilen bal örneklerinin renklerdeki çeşitlilik,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve net absorbans değerleri noktasında gerçekleştirilen analiz sonuçlarına da yansımaktadır. Bal örneklerinin net absorbans değerleri 0.180-0.894 AU (ort. 0.508 AU),  $L^*$  değerleri 32.02-41.48 (ort. 35.24),  $a^*$  değerleri 0.20-6.82 (ort. 3.28) ve  $b^*$  değerleri de 10.76-20.58 (ort. 14.06) aralıklarında ölçülmüştür. Gerek bu çalışmadan elde edilen sonuçlar gerekse literatür verileri incelendiğinde (Bertoncelj vd., 2007; Özcan ve Ölmez., 2014; Can vd., 2015) bal rengi açısından oldukça geniş bir aralıkta sonuçların elde edildiği görülmektedir. Söz konusu renk parametreleri üzerine çevresel faktörler de son derece önemli olup, bu anlamda özellikle arının nektar topladığı çiçeklerin çeşitleri başlıca belirleyici faktörlerdendir.

Bal örneklerinin antioksidan kapasite değerleri iki farklı yöntemle ölçülmüş olup, ABTS yöntemi baz alındığında 0.466-1.353 mM TEAC (ort. 0.782 mM TEAC), DPPH yöntemi baz alındığında ise 0.170-0.605 mM TEAC (ort. 0.308 mM TEAC) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Her iki yöntemle elde edilen veriler arasında çok güçlü bir korelasyon (Pearson korelasyon katsayısı,  $r = 0.906$ ) olmasına karşın, DPPH yöntemi ile elde edilen sonuçların daha düşük olduğu görülmektedir. Literatürde antioksidan kapasite tayininde kullanılan yöntemlerin farklı sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Pita-Calvo ve Vazquez, 2017). Değişik yöntemlerin farklı sonuçlar vermesi, balların antioksidan kapasitelerine göre kıyaslanmalarında kullanılan yöntemlerin de dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bitkilerin kimyasal kompozisyonlarının farklı olması nedeniyle botanik orijinleri farklı balların



antioksidan aktiviteleri de farklı olmaktadır (Alvarez-Suarez vd., 2010). Yapılan pek çok araştırmada antioksidan kapasite ile renk arasında güçlü korelasyonlar tespit edilmiş olup, koyu renkli balların antioksidan kapasitelerinin daha açık renkli olan ballara kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Bertoncelj vd., 2007; Tezcan vd., 2011; Alves vd., 2013). Ayrıca yapılan çalışmalarda, bal rengi ile fenolik madde içerikleri arasında da korelasyon bulunduğu ve koyu renkli balların fenolik madde içeriklerinin daha fazla olduğu ifade edilmektedir. Çalışma sonuçları da söz konusu verileri destekler nitelikte olup, bal örneklerinde incelenen tüm parametreler arasındaki ilişkileri içeren korelasyon matrisi Pearson korelasyon katsayıları bazında Çizelge 4’de verilmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde toplam fenolik madde, toplam flavonoid, pfund sayısı, net absorbans ve  $a^*$  değerleri ile antioksidan

kapasite arasında kuvvetli pozitif,  $L^*$  değerleri ve antioksidan kapasite arasında ise kuvvetli negatif ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir. Ayrıca  $b^*$  değeri ile antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde arasında da negatif korelasyon belirlenmiştir. Şekil 1’de balların toplam fenolik madde içeriği ile  $L^*$  değerleri,  $a^*$  değerleri ve antioksidan aktivite arasındaki ilişki grafiksel olarak gösterilmiştir. Görüldüğü üzere  $L^*$  değerinin düşük olduğu, yani koyuluğun daha fazla olması durumunda toplam fenolik madde miktarı daha yüksektir. Yine  $a^*$  değerinin artması yani kırmızılığın yüksek olması da toplam fenolik madde içeriğinin yüksek olması sonucunu doğurmaktadır. Ayrıca, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite arasındaki güçlü pozitif korelasyon, balların polifenol içeriğinin antioksidan kapasite üzerine birinci derecede etkili bileşenler olduğunun da bir kanıtıdır.

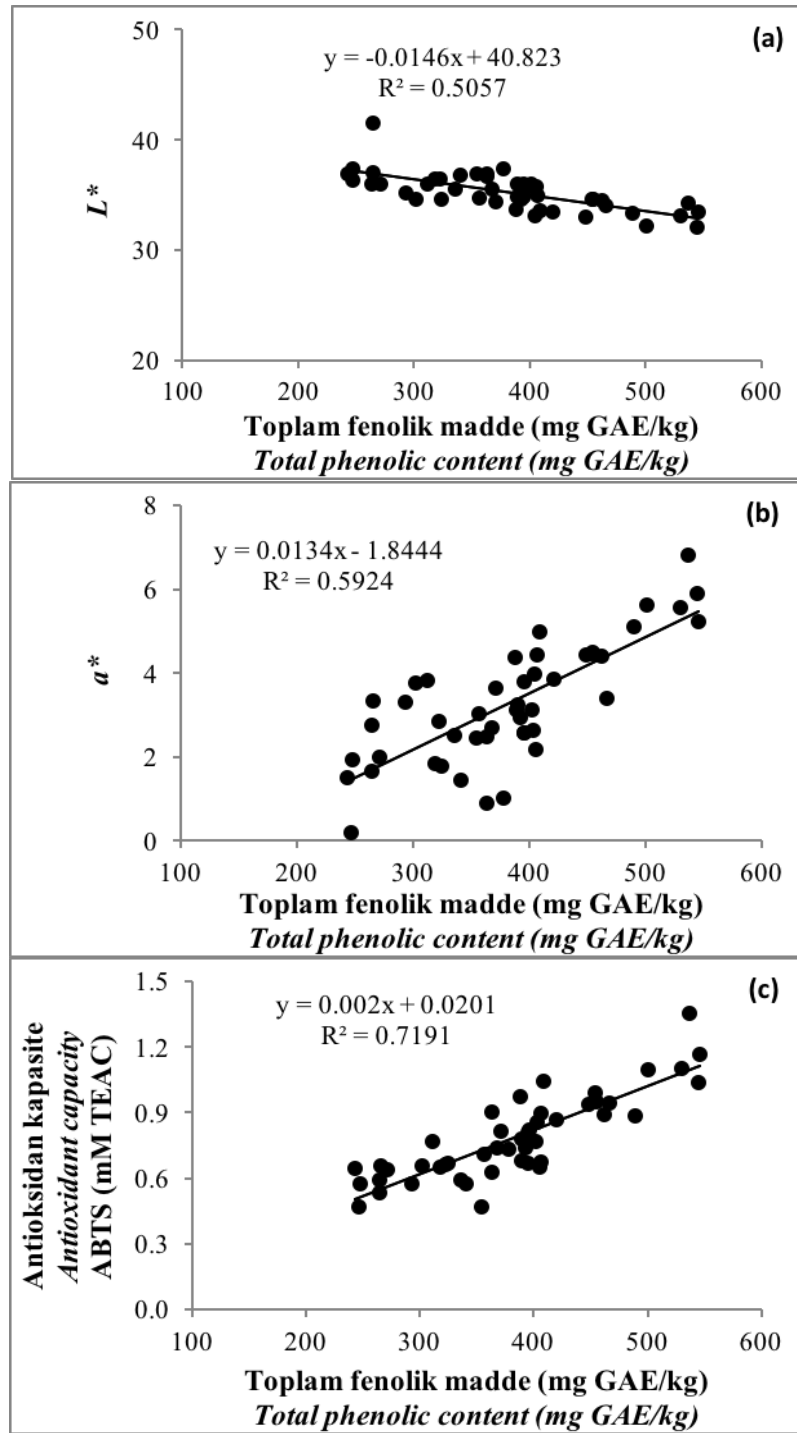
Çizelge 4. Bal örneklerinin çeşitli özellikleri açısından korelasyon matrisi

Table 4. Correlation matrix of the various properties of honey samples

	Antioksidan kapasite <i>Antioxidant capacity</i> (ABTS)	Antioksidan kapasite <i>Antioxidant capacity</i> (DPPH)	Toplam fenolik madde <i>Total phenolic content</i>	Toplam flavonoid <i>Total flavonoids</i>	Net absorbans <i>Net absorbance</i>	Pfund sayısı <i>Pfund value</i>	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Antioksidan kapasite <i>Antioxidant capacity</i> (ABTS)	1	0.906**	0.848**	0.675**	0.758**	0.551**	-0.625**	0.826**	-0.486**
Antioksidan kapasite <i>Antioxidant capacity</i> (DPPH)	0.906**	1	0.801**	0.670**	0.761**	0.592**	-0.641**	0.815**	-0.458**
Toplam fenolik madde <i>Total phenolic content</i>	0.848**	0.801**	1	0.528**	0.669**	0.510**	-0.711**	0.770**	-0.603**
Toplam flavonoid <i>Total flavonoids</i>	0.675**	0.670**	0.528**	1	0.902**	0.755**	0.496**	0.785**	-0.091
Net absorbans <i>Net absorbance</i>	0.758**	0.761**	0.669**	0.902**	1	0.866**	-0.630**	0.902**	-0.196
Pfund sayısı <i>Pfund value</i>	0.551**	0.592**	0.510**	0.755**	0.866**	1	-0.540**	0.736**	-0.185
$L^*$	-0.625**	-0.641**	-0.711**	0.496**	-0.630**	-0.540**	1	-0.770**	0.565**
$a^*$	0.826**	0.815**	0.770**	0.785**	0.902**	0.736**	-0.770**	1	-0.293*
$b^*$	-0.486**	-0.458**	-0.603**	-0,091	-0.196	-0.185	0.565**	-0.293*	1

\*\* korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (*correlation is significant at the 0.01 level*)

\* korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (*correlation is significant at the 0.05 level*).



Şekil 1. Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ile (a)  $L^*$  değerleri, (b)  $a^*$  değerleri ve (c) antioksidan kapasite değerleri arasındaki ilişki

Figure 1. Correlation between total phenolic contents and (a)  $L^*$  values, (b)  $a^*$  values and (c) antioxidant capacities of honey samples

Sonuç olarak Çorum yöresi balları üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada toplam fenolik madde, toplam flavonoid, renk ve antioksidan kapasite değerleri bakımından oldukça geniş bir aralıkta sonuçlar elde edilmiş olup, botanik ve coğrafi özellikler, iklim koşulları, arı türü gibi balın bileşimini etkileyen pek çok parametrenin bu anlamda etkili olabileceği söylenebilir. Fenolik bileşenler ile renk ve antioksidan kapasite değerleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve genel olarak koyu renkli balların toplam fenolik madde içeriklerinin, dolayısıyla antioksidan kapasitelerinin daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

### TEŞEKKÜR

19004.15.004 numaralı proje kapsamında vermiş oldukları maddi destekten dolayı Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve bal örneklerinin temin edilmesini sağlayan Çorum İli Arı Yetiştiricileri Birliği yönetimi ve üyelerine teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

Akbulut, M., Ozcan, M.M., Coklar, H. (2009). Evaluation of antioxidant activity, phenolic, mineral contents and some physicochemical properties of several pine honeys collected from Western Anatolia. *Int J Food Sci Nutr*, 60(7): 577-589.

Al, M.L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., Bogdanov, S. (2009). Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chem*, 112(4): 863-867.

Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino, M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem Toxicol*, 48(8-9): 2490-2499.

Alvarez-Suarez, J.M., Giampieri, F., Gonzalez-Paramas, A.M., Damiani, E., Astolfi, P., Martinez-Sanchez, G., Bompadref, S., Quiles, J.L., Santos-Buelgab, C., Battino, M. (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte

membranes against oxidative damage. *Food Chem Toxicol*, 50(5): 1508-1516.

Alves, A., Ramos, A., Goncalves, M.M., Bernardo, M., Mendes, B. (2013). Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. *J Food Compos Anal*, 30(2): 130-138.

Bahçeci, K.S., Güzel, N., Çelik, S., Alkın, T., Marap, Z., Dağlar, M. (2015a). Evaluation of some physicochemical properties of honeys from various regions of Turkey. FHTT 2015 International Congress on Safety and Authenticity of Bee Products, May 21-22, İstanbul, Turkey, 84 p.

Bahçeci, K.S., Güzel, N., Ulu, S., İnceyılmaz, G., Kahraman, R., Kocataş, M. (2015b). Antioxidant capacities of some Turkish honeys and their correlations with total phenolics and color characteristics. FHTT 2015 International Congress on Safety and Authenticity of Bee Products, May 21-22, İstanbul, Turkey, 84 p.

Bardy, J., Slevin, N.J., Mais, K.L., Molassiotis, A. (2008). A systematic review of honey uses and its potential value within oncology care. *J Clin Nurs*, 17(19): 2604-2623.

Battino, M., Forbes-Hernandez, T.Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Cianciosi, D., Zhang, J., Manna, P.P., Reboredo-Godriguez, P., Lopez, A.V., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Bompadre, S., Xiao, J., Giampieri, F. (2019). Relevance of functional foods in the Mediterranean diet: the role of olive oil, berries and honey in the prevention of cancer and cardiovascular diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59(6): 893-920.

Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem*, 105(2): 822-828.

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: A review. *J Am Coll Nutr*, 27(6): 677-689.

Burlando, B., Cornara, L. (2013). Honey in dermatology and skin care: A review. *J Cosmet Dermatol*, 12(4): 306-313.

- Can, Z., Yıldız, O., Sahin, H., Akyuz-Turumtay, E., Silici, S., Kolaylı, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: Their physic-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chem*, 180: 133-141.
- da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O., Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem*, 196: 309-323.
- Escuredo, O., Miguez, M., Fernandez-Gonzalez, M., Seijo, M.C. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chem*, 138(2-3): 851-856.
- Feas, X., Pires, J., Iglesias, A., Estevinho, M.L. (2010). Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food Chem Toxicol*, 48(12): 3462-3470.
- Ferreira, I., Aires, E., Barreira, J.C.M., Estevinho, L. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chem*, 114(4): 1438-1443.
- Flores, M.S.R., Escuredo, O., Seijo, M.C. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chem*, 166, 101-106.
- Gambaro, A., Ares, G., Gimenez, A., Pahor, S. (2007). Preference mapping of color of Uruguayan honeys. *J Sens Stud*, 22(5): 507-519.
- Gonzalez-Miret, M. L., Terrab, A., Hernanz, D., Fernandez-Recamales, M.A., Heredia, F.J. (2005). Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *J Agric Food Chem*, 53(7): 2574-2580.
- Governa, P., Carullo, G., Biagi, M., Rago, V., Aiello, F. (2019). Evaluation of the in vitro wound-healing activity of Calabrian honeys. *Antioxidant*, 8(36): 1-16.
- Halouzka, R., Tarkowski, P., Cavar-Zeljko, S. (2016). Characterization of phenolics and other quality parameters of different types of honey. *Czech J Food Sci*, 34(3): 244-253.
- Kırca, A., Özkan, M. (2010). *Değişik Amaçlı Bazı Test ve Analiz Yöntemleri. Gıda Analizleri*, Cemeroglu, B. (ed.), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Ankara, Türkiye, s. 157-199.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoglu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem*, 100(2): 526-534.
- Lay-Flurrie, K. (2008). Honey in wound care: Effects, clinical application and patient benefit. *Br J Nurs*, 17(11): S30-S36.
- Manzanares, A.B., Garcia, Z.H., Galdon, B.R., Rodriguez, E.R., Romero, C.D. (2014). Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *LWT-Food Sci Technol*, 55(2): 572-578.
- Özcan M.M., Ölmez, C. (2014). Some qualitative properties of different monofloral honeys. *Food Chem*, 163: 212-218.
- Perez-Perez, E., Vit, P., Huq, F. (2013). Flavonoids and polyphenols in studies of honey antioxidant activity. *Int J Med Plant Altern Med*, 1(4): 63-72.
- Pita-Calvo, C., Valquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends Food Sci Technol*, 59: 79-87.
- Rababah, T.M., Al-Omouh, M., Brewer, S., Alhamad, M., Yang, W.D., Alrababah, M., Al-Ghzawi, A.A., Al-U'Datt, M., Ereifej, K., Alsheyab, F., Esoh, R., Almajwal, A. (2014). Total phenol, antioxidant activity, flavonoids, anthocyanins and color of honey as affected by floral origin found in the Arid and Semiarid Mediterranean areas. *J Food Process Preserv*, 38(3): 1119-1128.
- Sağdıç, O., Silici, S., Ekici, L. (2013). Evaluation of the phenolic content, antiradical, antioxidant, and antimicrobial activity of different floral sources of honey. *Int J Food Prop*, 16: 658-666.
- Sant'Ana, L.D., Ferreira, A.B.B., Lorenzon, M.C.A., Berbara, R.L.L., Castro, R.N. (2014). Correlation of total phenolic and flavonoid contents of Brazilian honeys with colour and antioxidant capacity. *Int J Food Prop*, 17: 65-76.

- Sancho, M.T., Pascual-Mate, A., Rodriguez-Morales, E.G., Osés, S.M., Escriche, I., Periche, A., Fernandez-Muino, M.A. (2016). Critical assessment of antioxidant-related parameters of honey. *Int J Food Sci Technol*, 51(1): 30-36.
- Subramanian, A.P., John, A.A., Vellayappan, M.V., Balaji, A., Jaganathan, S.K., Mandal, M., Supriyanto, E. (2016). Honey and its phytochemicals: Plausible agents in combating colon cancer through its diversified actions. *J Food Biochem*, 40(4): 613-629.
- Tezcan, F., Kolayli, S., Sahin, H., Ulusoy, E., Erim, F.B. (2011). Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys. *J Food Nutr Res*, 50(1): 33-40.
- Tuberoso, C.I.G., Jerkovic, I., Sarais, G., Congiu, F., Marijanovic, Z., Kus, P.M. (2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE  $L^*$   $C^*_{ab}$   $h^{\circ}_{ab}$  chromaticity coordinates. *Food Chem*, 145: 284–291.
- Wilczynska, A. (2014). Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. *LWT-Food Sci Technol*, 57(2): 767-774.