

Türkiye’de üretilen Keçiboynuzu, Kekik ve Sütleğen Ballarının Kimyasal Özellikleri

Tuba PEHLİVAN¹ Aziz GÜL²

¹ G.Ü. Nurdağı M.Y.O., Gaziantep

² M.K.Ü. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Antakya

Özet

Bu çalışmada 2013 yılında üretilen 3 farklı monofloral balın kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bal örnekleri arıcılardan hiçbir işlem uygulanmayan ballardan temin edilmiştir. Bal örnekleri içerisinde en yüksek oranda botanik kökenini temsil eden bal örneği % 60 ile sütleğen balıdır. Yapılan kimyasal analizler sonucunda örneklerin ortalama nem, pH, asitlik, HMF, diyastaz, invert şeker ve sakaroz değerleri sırasıyla % 17.93, 4.21, 28.24 meq/kg, 5.67 mg/kg, 30.30, % 71.23 ve % 1.77 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonunda, bal örneklerinin kimyasal içeriklerinin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks Standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Monofloral bal, kimyasal, gıda güvenliği

Chemical contents of Carob, Thyme and Euphorbia honeys produced in Turkey

Abstract

In this study, 3 monofloral honey (Carob, Thyme and Euphorbia) that produced in different area was studied. Samples collected from beekeepers as untreated. Highest dominant pollen was determined in Euphorbia honey as 60 %. The average contents of moisture, pH, acidity, hydroxymethylfurfural (HMF), diastase, invert sugar and sucrose were determined for 3 honey as 17.93 %, 4.21 %, 28.24 % meq/kg, 5.67 % mg/kg, 30.30 %, 71.23 % ve 1.77 % respectively. All result that was obtained from honey were appropriate to the honey standards TSE (Institute of Turkish Standards) and CODEX.

Key words : Monofloral honey, chemical analysis, food safety

Giriş

Bal, yüksek besin değeri ve sağlık açısından bir çok yararlı etkileri olan, dünya çapında tanınan doğal bir besindir. Balın kimyasal içeriği genel olarak karbonhidratlardan (kütle oranı en az % 60), tüketildiğinde hızlı bir enerji kaynağı olan glikoz ve früktoz gibi özellikle indirgeyici şekerlerden oluşur. Ayrıca bal minör bileşenler olarak aminoasitler, vitaminler, organik asitler, mineraller ve çeşitli fitokimyasallar içermektedir (Kaskoniene ve ark., 2010; Chua ve Adnan 2014).

Balın kimyasal bileşimi ve kalitesi arıların çevresinde bulunan bitki örtüsüne, bitki örtüsünden aldıkları nektar tipine ve

miktarına, bölgenin coğrafik konumuna, yükseltisine, ısı değişimlerine, kullanılan arı ırklarının saflığı gibi birçok özelliğe bağlıdır (Efem, 1988).

Balın antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiparaziter, antiinflamatuvar, antimutajenik ve antitümör etkileri yapılan araştırmalarda bildirilmiştir (Karadal ve Yıldırım 2012). Bu özellikleri bala içeriğinde bulunan bazı bileşenler vermektedir. Örneğin balların antioksidan kapasitesi katalaz, fenolik asitler, proteinler, organik asitler, askorbik asit, aminoasitler, fenolik maddeler (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Al-Mamary ve ark., 2002; Frankel, 1998; Gheldof ve Engeseth, 2002; Gheldof ve ark., 2002; Nasuti, ve ark., 2006;

Schramm ve ark., 2003; Vela, 2007; Wang, 2011), suda eriyen vitaminler (Chua ve Adnan 2014) gibi bileşenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Baldaki antimikrobiyal etkinlikten ise büyük oranda hidrojen peroksit, katalaz, glikoz oksidaz seviyesinin sorumlu olduğu (White ve ark., 1963; Weston, 2000; Silici ve ark 2010) ya da lizozim ve fenolik maddeler gibi peroksit olmayan faktörlerin de baldaki antimikrobiyal etkinliğe katkıda bulunduğu (White ve ark., 1963; Silici ve ark 2010) şeklindeki bildirişler literatürlerde yer almaktadır.

Balın kimyasal içeriğinin korunması besin değerinin yanı sıra balın sahip olduğu terapötik özelliklerinin de korunması anlamına gelmektedir. Bu sayede tüketiciler kimyasal bileşim bakımından uygun balların şifa özelliklerinden etkin bir biçimde istifade edebilecektir.

Ayrıca monofloral balların kendi aralarında farklı terapötik özelliklere sahip olduğuna dair birçok çalışma mevcuttur (Bogdanov, 2011). Bununla birlikte yurt dışında elde edilen monofloral ballar multifloral ballara nazaran (karışık çiçek balları) daha yüksek fiyatlarda tüketime sunulmaktadır (Anonymous, 2001).

Günümüze kadar balın kimyasal içeriği TSE, AB ve Kodeks gibi kuruluşlar tarafından bazı kıstaslar ile standardize edilmiştir. TSE'ye göre balın kalitesi içerdiği nem, şeker kompozisyonu, Hidroksimetil furfural (HMF), diyastaz sayısı gibi parametreler ile tayin edilmektedir.

Bu çalışmada ülkemizdeki önemli monofloral ballar arasında yer alan keçiyoynuzu (harnup), kekik ve sütleğen ballarının kimyasal kalitesinin belirlenerek ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğu araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini herhangi bir ısıtma işlemine tabi tutulmayan keçiyoynuzu (harnup), kekik ve sütleğen balları oluşturmaktadır. Örnekler 2012 yılında arıcı birlikleri vasıtasıyla üreticilere ulaşılarak temin edilmiştir (Çizelge 1). Ballar serin ve güneş almayacak şekilde analizler yapılınca

kadar 4 oC'de saklanmış, analizden 1 gün öncesinde oda sıcaklığına (24+2 oC) alınmış ve sonra analize tabi tutulmuştur.

Polen Analizi

Balların botanik kökenleri Maurizio, (1951) tarafından bildirilen yöntem ile tespit edilmiştir. Baldaki yoğunluğu % 45 ve daha fazla olan polenler dominant polen olarak değerlendirilmiştir (Jhansi ve ark., 1991).

Çizelge 1. Bal örneklerinin alındığı lokaliteler
Table 1. The location of Honey samples

| Bal | Lokasyon |
|-------------|----------------|
| Keçiyoynuzu | Mersin/Silifke |
| Kekik | Batman/Gercüş |
| Sütleğen | Mardin/Midyat |

Kimyasal Analizler

Örneklerin kimyasal analizleri için pH, nem, asitlik, HMF, diyastaz, invert şeker ve sakkaroz tayinleri yapılmıştır (19, 20, 21 Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

pH ve Asitlik

Bal örneklerinin asitliğini belirlemek üzere 10 g. örnek tartılarak 75 ml. suda çözülmüştür. Hazırlanan çözeltinin pH değeri pH metre cihazı ile ölçülmüştür. Ayrıca bu çözelti üzerine 4-6 damla fenol ftalein çözeltisi damlatılmış ve büret yardımıyla akıtılan standart sodyum hidroksit çözeltisi ile pH 8.3 oluncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan standart sodyum hidroksit miktarı ile örneklerin asitlik değeri mili eşdeğer asit/kg bal cinsinden hesaplanmıştır.

Nem

Baldaki nem miktarı refraktometre cihazı ile tayin edilmiştir.

Hidroksimetil Furfural (HMF)

İki ayrı deney tüpünün her birine bir örnek için 2'şer ml. bal çözeltisi ve 5'er ml. para toluidin çözeltisi konulmuştur. Tüplerden birine 1 ml. su, diğerine 1 ml. barbüterik asit çözeltisi eklenerek her iki tüp iyice karıştırılmıştır. Su katılan tüpteki çözelti kalibrasyon çözeltisi olarak kullanılmıştır.

Ölçümler spektrofotometre cihazında 550 nm dalga boyuna gerçekleştirilmiştir.

Diyastaz Sayısı

Her bir bal örneğinden 100 ml'lik balon jojeye 10 g. alınarak beherde 40-50 ml. kadar saf suda çözdürülmüş ve çözelti saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Yöntemde belirtilen miktarlarda deney tüplerine nişasta tampon karışımı ve saf su eklenerek bütün tüplerdeki çözeltilerin hacimleri 18 ml'ye tamamlanmıştır. Tüpler karıştırılarak su banyosunda 47 °C sıcaklıkta 1 saat boyunca bekletilmiş ve buzlu suya konularak soğutulmuştur. Daha sonra her tüpe 1'er damla 0.1 N iyot çözeltisi damlatılmış ve tüpler karıştırılmıştır. Tüpler incelenerek mavi rengin ortaya çıktığı ilk tüp sınır olarak kabul edilmiştir. (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

Şeker Analizleri

Baldaki şekerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği tarafından bildirilen şekilde invert şeker ve sakaroz değeri olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2005). Örneklerinin şeker analizi HPLC cihazında Bogdanov (2002)'a göre yapılmıştır. Bal örneklerinden 5 g. bir erlen içerisine tartılarak 40 ml. saf suda çözülmüştür. 100 ml'lik balon jojeye 25 ml. metanol konularak üzerine hazırlanan bal çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanarak mavi bantlı filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Örnekler için çözeltiler süzme işleminden sonra analiz edilmiştir.

Sonuçlar SPSS (ANOVA) paket programında analiz edilmiş ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testleri karşılaştırılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 1996).

Bulgular ve Tartışma

Balların botanik kökenleri Çizelge 2'de verilmiştir. Örnekler içerisinde sütleğen balı (% 60) en yüksek oranda botanik kökenini temsil eden bal örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer iki bal örneği olan keçiyoynuzu ve kekik ballarının polen frekansları (% 46, % 48) birbirlerine yakın bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Polen analizi

Table 2. Pollen Analysis

| Bal örnekleri | Lokasyon | % Frekans |
|---------------|-------------------|--------------|
| Keçiyoynuzu | Ceratonia siliqua | 0.46 |
| Kekik | Thymus sp. | 0.48 |
| Sütleğen | Euphorbia sp. | 0.60 |

Çalışmamızda yer alan monofloral ballara ait kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre nem oranı en düşük olan bal örneği % 17 ile kekik, en yüksek bal örneği ise % 18.70 ile keçiyoynuzu balıdır. Balların ortalama nem oranları ise % 17.93 olarak bulunmuştur. Bal örneklerinin nem oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Çalışmada elde edilen sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarında belirtilen en yüksek % 20 nem oranı sınırlarına uygun bulunmuştur.

Çalışmada yer alan pH analiz sonuçlarına göre en düşük pH değeri 3.62 ile keçiyoynuzu balında, en yüksek pH değeri ise 5.11 ile sütleğen balına aittir. Balların pH içeriğine ilişkin ulusal ya da uluslararası bir standart değer bulunmamakla beraber yapılan analizler sonucunda örneklerin pH değerleri ortalama 4.21 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değer Oddo ve ark. (2008) White (1963) ve Gül (2008) gibi çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada yer alan monofloral balların asitlik miktarı 22.01 meq/kg (keçiyoynuzu balı) ve 36.27 meq/kg (sütleğen balı) arasında olup ortalama 28.24 meq/kg'dır. Bu değer Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek balları için belirtilen <50 meq/kg sınır değerini aşmamaktadır.

Çizelge 3. Bal örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (Ortalama \pm s.hata)Table 3. The Chemical Analysis Results of Honey Samples (Mean \pm S.Error)

| Bal | % Nem | pH | Asitlik (meq/kg) | HMF (mg/kg) | Diyastaz | % İvert şeker | % Sakkaroz |
|--------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Keçi boynuzu | 18.7 \pm 0.00 ^a | 3.62 \pm 0.01 ^a | 22.01 \pm 0.75 ^a | 2.65 \pm 0.43 ^a | 23.0 \pm 0.00 ^a | 69.13 ^a | 2.00 ^a |
| Kekik | 17.0 \pm 0.00 ^a | 3.90 \pm 0.02 ^a | 26.43 \pm 0.40 ^a | 10.30 \pm 1.47 ^b | 29.4 \pm 0.00 ^a | 73.08 ^a | 2.10 ^a |
| Sütleğen | 18.1 \pm 0.00 ^a | 5.11 \pm 0.03 ^b | 36.27 \pm 0.31 ^b | 4.05 \pm 0.20 ^a | 38.5 \pm 0.00 ^b | 71.47 ^a | 1.22 ^a |
| En az | 17.0 | 3.62 | 22.01 | 2.65 | 23.0 | 69.13 | 1.22 |
| En çok | 18.7 | 5.11 | 36.27 | 10.30 | 38.5 | 73.08 | 2.10 |
| Ortalama | 17.93 | 4.21 | 28.24 | 5.67 | 30.30 | 71.23 | 1.77 |
| TSE | <20 % | | <50(ÇB) | <40(ÇB) | >8(ÇB) | > 60(ÇB) | < 5(ÇB) |
| AB | <20 % | | <50(ÇB) | <40(ÇB) | >8(ÇB) | > 60(ÇB) | < 5(ÇB) |
| Kodeks | <20 % | | <50(ÇB) | <40(ÇB) | >8(ÇB) | > 60(ÇB) | < 5(ÇB) |

Aynı harfler ile belirtilen veriler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. $P < 0.05$ ÇB: Çiçek balı

Balların Hidroksimetilfurfural (HMF) içerikleri en az 2.65 mg/kg (keçi boynuzu balı) ve en çok 10.33 mg/kg (kekik balı) arasındadır. Tüm monofloral balların HMF değerlerinin ortalaması ise 5.67 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan örnekler ait HMF miktarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği standardı ve Kodeks (< 40 mg/kg), standartlarına uygun olduğu saptanmıştır.

Monofloral balların diyastaz sayıları en az 23 ile keçi boynuzu balı ve en çok 38.5 ile sütleğen balına aittir. Ortalama diyastaz sayısı ise 30.30 olarak tespit edilmiştir. Diyastaz sayısı bakımından örneklerin FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'in üzerinde olduğu görülmektedir.

Bal örneklerinde yapılan şeker analizi sonucunda invert şeker (glikoz+ früktoz) miktarı % 69.13 (keçi boynuzu balı) ile % 73.08 (kekik balı) arasında değişmektedir. Ballardaki ortalama invert şeker miktarı ise % 71.23 olarak bulunmuştur. Analiz sonucunda elde edilen invert şeker miktarlarının çiçek ballarına ait Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (>%60) standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Ballardaki sakkaroz miktarı % 1.22 (sütleğen balı) ile % 2.10 (kekik balı) arasında

değişmektedir. Monofloral balların ortalama sakkaroz değeri % 1.77 dir. Sakkaroz analizi neticesinde çalışmadaki monofloral balların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarında belirtilen çiçek ballarında en çok % 5 sınırına uygun olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda elde edilen veriler ile ballarda yapılan bazı kimyasal içerik araştırmalarına ait sonuçlar Çizelge 4'de belirtilmiştir.

Çizelgede 4 verilerine ek olarak monofloral balların kimyasal bileşimlerinin araştırıldığı çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Can ve ark. (2015) 12 farklı monofloral bal örneği ile yaptıkları çalışmada kestane, geven, akasya ve ıhlamur ballarının sırasıyla nem (%), diyastaz ve HMF (mg/kg) değerlerini %19.7, %17, %20.8 ve %19.8; 9.12, 9.05, 12.6, ve 9.2; 9.28 mg/kg, 4.6 mg/kg, 12.56 mg/kg ve 2.51 mg/kg olarak bildirmiştir.

Çizelge 4. Balda yapılan bazı kimyasal analiz çalışmaları
Table 4. Some Chemical Honey Analysis Studies

| Bal | Pehlivan ve Gül (2016) (Ortalama) | Özcan ve Ölmez, (2013) | Alqarni ve ark. (2012) | Gül, (2008) | Şahinler ve ark. (2004) |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------------------|
| % Nem | 17.93 | 17.1-20.0 | 12.12-27.4 | 19.11 | 16.03 |
| pH | 4.21 | - | 3.03-4.73 | 3.59 | 4.12 |
| Top Asitlik (meq/kg) | 28.24 | 10.9-17.9 | 18-145.5 | 28.19 | 40.41 |
| Diyastaz | 30.30 | 3.62 | - | 22.81 | 10.31 |
| HMF (mg/kg) | 5.67 | 1.34-1.28 | 2.21-229.6 | 8.44 | - |
| İnvert şeker (%) | 69.13-73.08 | 51.31-8.3 | - | 71.67 | 57.83 |
| Sakkaroz (%) | 1.77 | - | - | 2.24 | 2.39 |

Gomes ve ark. (2010) 4 çeşit monofloral balın (*Eucaliptus* sp., *Echium* sp., *Citrus* sp., *Lavandula* sp.) bazı kimyasal özelliklerini, araştırma materyalini oluşturan ballardaki nem oranları sırasıyla % 17.2, % 16.8, % 15.9, % 17.3; pH 4.3, 3.9, 4.2, 4.0; HMF 18.0, 94.0, 20.0, 32.0 mg/kg; serbest asitlik 27.0, 25.0, 32.0, 16.0 meq/kg; invert şekerler % 67.7, % 73.7, % 71.4, % 71.0; sakkaroz % 3.4, % 6.7, % 9.7, % 6.6; diyastaz 13.2, 8.7, 9.4 ve 12.3 olarak rapor etmişlerdir.

Estevinho ve ark. (2012) ise Portekiz' den elde edilmiş 75 organik funda balının (*Erica* sp.) kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Yapılan analiz neticesinde bal örneklerinin kimyasal içeriklerinden pH 3.7, nem % 15.6, HMF 1.1 mg/kg, diyastaz 15.3, serbest asitlik 40.3 meq/kg, invert şeker % 67.8 ve sakkaroz değeri % 2.7 olarak ortaya konmuştur.

Çalışmamızda kekik bal örneğinin nem oranı % 17'dir. Perez-Arquillue ve ark. (1995) tarafından kekik balının nem içeriği % 18 olarak bildirilmiştir. Araştırmamızdaki kekik balının nem değeri, belirtilen çalışmadaki değerden düşüktür. Diğer bir taraftan kekik balı nem oranını Chakir ve ark. (2011) % 16.69 ve Karabagias ve ark. (2014) % 15.25 olarak bildirmektedir. Bu değerler çalışmamızdaki kekik balı nem yüzdesinden daha düşüktür.

Monofloral bal örneklerinin nem içerikleri literatürdeki muadillerine göre uyumlu veya farklı nem miktarına sahiptir. Bu farklılıklar genel olarak bal örneklerinin üretim sezonu, iklim (Bogdanov ve ark.,

2004), bal örneğinin nektar akım döneminde üretilip üretilmediği, nektardaki nem oranı, nektarın salgılanma hızı, koloni büyüklüğü (Perez ve ark, 1994; Ötleş, 1995; Tolon, 1999; Isengard ve Schulthei, 2003; Çınar, 2010), balın higroskopik özelliği nedeniyle arıcının bal hasadı ve depolama esnasındaki uygulamalarının nem içeriğini etkilemesi (Ötleş, 1995), gibi birçok parametreden kaynaklanabilir.

Araştırmamızda yer alan kekik balının pH değeri 3.90 olarak tespit edilmiştir. Kekik balının pH değerinin araştırıldığı bazı çalışmalarda 4.24 (Perez-Arquillue, 1995), 4.14 (Chakir ve ark., 2011) ve 3.82 (Karabagias ve ark., 2014) sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmamızdaki kekik balının pH'sı belirtilen literatürlerden Karabagias ve ark. (2014) tarafından bildirilen değere yakın, bahsedilen diğer çalışmalardan düşük değerde bulunmaktadır.

Genel olarak bal pH'sı 3.5-5.5 arasında değişim gösteren asit karakterli bir besindir (Bogdanov ve ark., 2004). Diğer bir taraftan yüksek früktoz içeren mısır şurubunun önemli ölçüde pH değerini arttırdığı bildirilmektedir (Ribeiro ve ark, 2014)

Kekik bal örneğinin asitlik analizinde ise 26.43 meq/kg sonucuna ulaşılmıştır. Kekik ballarının asitlik miktarını kapsamakta olan bazı çalışmalarda ise Chakir ve ark. (2011) 39.61 meq/kg ve Karabagias ve ark. (2014) 32.46 meq/kg asitlik değerini rapor etmişlerdir. Bahsi geçen çalışmalardaki

değerlerden her ikisi de kekik bal örneğimizin asitlik oranından yüksek değere sahiptir.

Serbest asitlerin artışı balda fermentasyonun göstergesi sayılmaktadır. Çünkü bal şekerleri ve alkoller baldaki mayalar tarafından asitlere dönüştürülmektedir (Cavia ve ark., 2007; Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Karadal ve Yıldırım 2012). Toplam asitlik ise serbest asitlik ve laktonların toplamı olarak ifade edilmektedir (Cavia ve ark., 2007).

Hidroksimetilfurfural (HMF), heksosların asidik ortamda dehidrasyonu ya da maillard (enzimatik olmayan esmerleşme) reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Asitlerin ayrılmasıyla; pentozlardan oluşan furfural, heksoslardan oluşan HMF mutajenik aktivite göstermektedir (Teixido ve ark., 2006; Küplülü ve Kahraman, 2011).

Sütleğen balında HMF 4.05 mg/kg olarak ölçülmüştür. Chakir ve ark. (2011) Euphorbia echinus ve Euphorbia resinifera ballarında sırasıyla 12.8 mg/kg ve 20.32 mg/kg HMF değeri bildirmektedir. Sütleğen balı HMF miktarı literatürdeki değerlerden düşük bulunmuştur. Kekik balında ise HMF 10.30 mg/kg olarak bulunmuştur. Chakir ve ark. (2011) ise kekik balında HMF değerini 30.43 mg/kg olarak rapor etmektedir. Çalışmamızda bulunan değer belirtilen araştırmada elde edilen değerden düşüktür.

Taze bal HMF içermez. Bu nedenle HMF monofloral balların botanik orijini bakımından sınıflandırılmasında kullanılan bir kıstas değildir. Bununla birlikte enzim aktivitesi ve renk gibi depolamaya bağlı parametrelerin tespitinden önce balın tazeliği ve ısıtma işlem uygulanmadığından emin olunmalıdır. Bunun için, belirtilen parametrelerin tespitinde önce, HMF içeriğinin 15 mg/kg altında olduğu balın analizi yapılarak kontrol edilmelidir (Bogdanov ve ark., 2004).

Araştırma neticesinde sütleğen balında diyastaz sayısı 38.5 olarak ortaya çıkmıştır. Chakir ve ark. (2011) iki farklı sütleğen balında diyastaz sayılarını 17.25 (Euphorbia echinus) ve 12.67 (Euphorbia resinifera) olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızdaki sütleğen balına ait diyastaz miktarı Chakir ve

ark. (2011) tarafından bildirilen diyastaz değerlerinden yüksektir.

Balda diyastaz dahil olmak üzere enzimler yaklaşık 35°C'de tahrip olmaktadır (Bogdanov ve ark., 2008). Analizlerde diyastaz bala uygulanan ısıtma işlemi belirlemede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Yapılan çalışmaların müşterek sonucu olarak diyastaz ve invertaz enzimlerinin kaynağının arıların tükürük salgıları olduğu bildirilmektedir (Vit ve Pulcini, 1996; Won ve ark., 2009).

Genel olarak literatür değeri ile kıyaslandığında araştırmamızda yer alan balların kimyasal özellikler bakımından iyi kalitede olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak keçiyoynuzu, kekik ve sütleğen ballarının kimyasal içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks Standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal özellikler bakımından uygun nitelikteki balların tüketiciye sunulması halk sağlığı ve bu önemli gıda maddesinden insanların etkin biçimde faydalanabilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Anonim2005.<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/12/20051217.9.htm> Erişim Tarihi: 08.07.2015.
- Anonymous 2001. Codex Alimentarius. Draft revised standard for honey. Alinorm 01/25 19-26. and EU Council (2002) Council Directive 2001/11 O/EC of 20 December 2001 relating to honey. Official Journal of the European Communities L10, 47-52.
- Anonymous 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn. (Patricia A.C., Editor), ed. P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Al-Mamary M, Al-Meerri A, Al-Habori M, 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Research, 22 (9), 1041-1047.
- Aljadi AM, Kamaruddin MY, 2004. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. Food Chemistry, 85, 513-518.

- Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA, Hannan MA, 2014 Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 618–625.
- Alvarez-Suarez JM, 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 and Chemical Toxicology*, 48, 2490–2499.
- Bogdanov S, Martin P, Lullmann, C, 1997. Harmonized methods of the European honey commission. *Apidologie*, 1-59.
- Bogdanov S, 2011. Harmonized methods of the International Honey Commission. IHC, Retrieved: 2007-11-12, 2002. Bogdanov, S. 2011. Honey as Nutrient and Functional Food: A Review. *Bee Product Science*, www.bee-hexagon.net.17 April.2011.
- Can Z, Yıldız O, Şahin H, Turumtay Akyüz E, Silici S, Kolaylı S, 2015. An Investigation of Turkish Honeys: Their physico-chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. *Food Chemistry* 160, 133-141.
- Chakir A, Abderrahmane R, Gian LM, Paola F, 2011. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*. doi:10.1016/j.arabjc.2011.10.013
- Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P, 2008. Honey for nutrition and health: A review. *J. Am. Coll. Nutr.*, (27): 677-689.
- Cavia MM, Fernandez-Muino MA, Alonso-Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT, 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chem*, (100): 1728–1733.
- Chua LS, Adnan NA, 2014. Biochemical and nutritional components of selected honey samples. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment*, 13(2):169-179.
- Çınar Bilgen S, 2010 Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.(Basılmamış) Ankara.
- Doğaroğlu M, 1999. Modern Arıcılık Teknikleri. Anadolu Matbaa, Tekirdağ
- Efem SEE, 1988. Clinical observations on the wound healing properties of honey. *British Journal of Surgery*, (75): 679–681.
- Estevinho LM, Feas X, Seijas JA, Vazquez-Tato MP, 2012. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*, (50): 258–264.
- Frankel S, Robinson GE, Berenbaum MR, 1998. Antioxidant capacity and Correlated Characteristics of 14 Unifloral Honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37 (1): 27–31.
- Genç F, Dodoloğlu A, 2003. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No:341, 43-66,121, Erzurum. 198-205s.
- Genç, F. ve Dodoloğlu, A., 2011. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları, (931): 22.
- Gheldof N, Engeseth NJ 2002. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50. 3050-3055.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ, 2002. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (50): 5870–5877.
- Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L, 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, (48): 544–548.
- Gül A, 2008. Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. Mustafa Kemal

- Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Hatay.
- Jhansi P, Kaplana TP, Ramanujam CGK, 1991. Pollen Analysis Of Rock Bee Summer Honeys From The Prakasam District Of The Andhra Pradesh, India. *Journal Of Apicultural Res.*, 30 (1): 33-40.
- Karabagias, IK, Badeka AV, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG, 2014. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chemistry*, 165. 181–190.
- Karabagias IK, Badeka AV, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG, 2014. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chemistry*, 165, 181–190.
- Karadal F, Yıldırım Y, 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg*, 9(3): 197-209.
- Kaskoniene V, Venskutonis PR, Ceksteryte V, 2010. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. *LWT-Food Sci. Technol.* 43 (5), 801-807.
- Kowalski S, 2013. Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave Processing. *Food Chemistry*, (141), 1378–1382, 2013.
- Küplülü Ö, Kahraman SD, 2011. Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi. Bilimsel Araştırma Projesi. Proje No: 10B3338011. 1.17s.
- Maurizio A, 1951. Pollen Analysis of honey. *Bee World*, (32): 1-5.
- Nasuti C, Gabbianelli R, Falcioni G, Cantalamess F, 2006. Antioxidative and gastroprotective activities of anti-inflammatory formulations derived from chestnut honey in rats. *Nutrition Research*, 26, 130-137.
- Oddo LP, Heard TA, Rodríguez-Malaver A, Pérez RA, Fernández-Muiño M, Sancho MT, Sesta G, Lusco L, Vit P, 2008. Composition and antioxidant activity of *Trigona carbonaria* honey from Australia. *Med Food*. 2008 Dec;11(4):789-94. doi: 10.1089/jmf.2007.0724.
- Özcan MM, Ölmez Ç, 2013. Some qualitative properties of different monofloral honeys. *Food Chemistry*, (163): 212–218.
- Pehlivan T, Gül A, 2015. Determination of Heavy Metals Contents of Some Monofloral Honey Produced in Turkey. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol. 5 (08): 042-045.
- Perez AC., Conchello P, Arino A, Juan T, Herrera A, 1994. Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chemistry*, (51): 207-210.
- Pérez-Arquillué C, Conchello P, Arifio A, Juan T, Herrera A, 1995. Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chemistry*, (54): 167-172.
- Ribeiro ROR, Mársico ET, Carneiro C S, Monteiro ML.G, Conte Júnior C, Oliveira de Jesus EF, 2014. Detection of honey adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LH 1H NMR). *Journal of Food Engineering*, 135, 39–43.
- Schramm DD, Karim M, Schrader HR, Holt RR, Cardetti M, Keen CL 2003. Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 1732–1735.
- Silici S, Sagdic O, Ekici, L, 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, (121): 238–243, 2010.
- Şahinler N, Şahinler S, Gül A, 2004. Biochemical Composition Of Honeys Produced In Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 43(2), 53-56.
- Tabachnick B G, Fidell, L S, 1996; Using multivariate statistics. Harper Collins College Publishing; California State University; Northridge, CA, USA.
- Tolon B, 1999. Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Fen Bil. Enst.*, Doktora Tezi, 117 s., İzmir.

- Vela L, De Lorenzo C, Pérez RA, 2007. Antioxidant capacity of Spanish honeys and its correlation with the polyphenolic content and other physico-chemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1069–1075.
- Vit P, Pulcini P, 1996. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honeys from Venezuela. *Journal of Apicultural Research*, 35(2): 57–62.
- Wang H, 2011. The Study of the Antioxidant Activity of Phenolic Components of Manuka Honey. The University of Waikato. Master of Science in Biological Sciences. New Zealand.
- Weston RJ, 2000. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: A review. *Food Chemistry*, 71, 235–239.
- White JW, Subers MH Shepart AY, 1963. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide, and its origin in a glucose-oxidase system. *Biochim. Biophys. Acta*, (73): 57-70.
- Won SR, Li CY, Kim JW, Rhee, HI, 2009. Immunological characterization of honey major protein and its application. *Food Chemistry*, (113):1334–1338