

Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Fulden KARADAL¹, Yeliz YILDIRIM²

¹ Niğde Üniversitesi Ulukışla Meslek Yüksekokulu, Niğde-TÜRKİYE

² Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Kayseri-TÜRKİYE

Özet: Farklı botanik kaynaklardan elde edilen ballarda farklı renk, tat ve kompozisyonlar gözlemlenmektedir. Kristalizasyon, HMF (Hidroksimetilfurfural) miktarı ve diastaz sayısı gibi fiziksel ve kimyasal kalite kriterleri, balın elde edilmesinden tüketilmesine kadar geçen sürede birçok koşuldandır etkilenmektedir. Balda beslenme ve sağlık açısından en önemli bileşenler karbohidratlardır. Bal, temel monosakkaritler olan glukoz ve fruktozla birlikte 25 farklı oligosakkarit içermektedir. Aynı zamanda az miktarda protein, amino asit, enzim, mineral, iz element, vitamin, aroma bileşenleri ve polifenol gibi maddeler de bulunmaktadır. Balın birçok toplum tarafından bilinen tedavi edici özellikleri de bu maddelerden kaynaklanmaktadır. Balın aynı zamanda antimikrobiyel, antiviral, antiparaziter, antiinflamatuvar, antioksidan, anti-mutajenik ve antitümör etkileri de bilinmektedir. Günde 20 g bal, günlük enerji ihtiyacının %3'ünü karşılamaktadır. Tüketicilerin balın besinsel özelliklerinden yararlanabilmesi için bu özelliklerin işleme ve muhafaza koşullarında korunması gerekmektedir. Bu derlemenin amacı; balın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini ortaya koymaktır. Ayrıca balın bileşimi, bileşenlerinin sağlık açısından önemi ve fizyolojik ve besinsel etkileri de sunulmaktadır. Bu konuda tüketici bilincinin artırılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bal muhafazası, balın besin değeri, balın bileşimi, diastaz, HMF.

The Quality Parameters and Nutritional and Health Effect of Honey

Summary: Different kinds of colours, tastes and chemical compositions can be observed from honeys of different botanical sources. Crystallization, the amount of HMF and the number of diastase as physical and chemical quality criteria are affected by many conditions on the time to consumption from the extraction of honey. Carbohydrates are the most important components in terms of nutrition and health in honey. Honey contains 25 different oligosaccharides with basic monosaccharides glucose and fructose. Honey also contains small amounts of protein, amino acids, enzymes, minerals, trace elements, vitamins, aroma components and poliphenol. These elements are main sources of the curing characteristics of honey which are known by many society. Besides, antimicrobial, antiviral, antiparasiter, antiinflamatuvar, antioksidan, antimutagenic and antitumor affects of honey are well known. 20 g honey per day meets daily energy requirement up to 3%. For consumers to benefit from nutritional traits of honey, these characteristics must be preserved during processing and storage. The aim of this review is to introduce physical, chemical and biological characteristics of honey. Also to present honey's composition, and importance of its components in terms of health also its physiological and nutritional affects. It's aimed to improve consumer conscious.

Key Words: Diastase, HMF, honey storage, honey composition, nutritional value of honey.

Giriş

Arıcılık, çeşitli tarım kolları ile birlikte uyumlu bir şekilde yürütülebilen ve toprağa bağlı kalınmaksızın yapılan bir yetiştiricilik koludur (40). Türkiye iklimsel özellikleri bakımından arıcılık için çok uygun koşullara sahiptir (42). Arı ürünleri arasında bilinirliği en yüksek olan ürün %99.4 ile baldır. Bunu sırasıyla polen (%61.6), arısütü (%52.8) ve balmumu (%46.4) izlemektedir. Buna karşın arı zehri (%16.3) ve propolis (%8.9) daha az tanınmaktadır (19).

Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2005/49 sayılı Bal Tebliği'ne göre bal: Bitki nektarlarının, bitkilerin

canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra bal arısının kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğratıldığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir üründür (9).

Ulusal ve uluslar arası kanun ve yönetmeliklere göre; bala dışarıdan herhangi bir madde eklenmemeli ya da balı oluşturan bileşenlerden biri çıkarılmamalıdır (9, 24, 26). Ticari glukoz ve nişastanın eklenmesi ile yapılan sahtecilik, hem balın besin değerini düşürmekte hem de tüketicilerin sağlığını riske atmaktadır. Kahraman ve ark. (42) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de üretilen bal örnekleri incelenmiş, analiz edilen balların hiçbirinde ticari glukoz ve nişasta bulunmadığı bildirilirken (42),

Aydın ve ark. (8) çalışmalarında, analiz edilen 20 bal örneğinin 10 tanesinde ticari glukoz belirlemişlerdir (8). Balın işlenmesi, ısıtılması ve saklanması esnasında bal kalitesini etkileyecek hiçbir sakıncalı özellik, lezzet ya da aroma kusuru oluşmamalıdır. Fermentasyon ya da gaz oluşumu başlamamış olmalıdır (62). İşlenmesi sırasında, balı kiralizasyon ve fermentasyondan korumak, ekstraksiyon ve filtrasyonu kolaylaştırmak ve balın viskozitesini arttırmak için ısı işlemi uygulanması gerekmektedir. Isı işleminin süresi ve derecesi kontrol edilmelidir. Isı işlemi baldaki enzimlerin kaybına ve HMF miktarının artmasına, dolayısıyla balın tazeliğini kaybetmesine sebep olmaktadır (10, 31, 60, 62). Balın kalitesini yitirmesine neden olan faktörlerden diğeri de uygun olmayan şartlarda uzun süre muhafaza edilmesidir. Bal hidroskopik özellikte olduğu ve ortamdaki kokuları çekebildiği için hava geçirmeyen, asit karakterinden dolayı da korozyona dayanıklı kaplarda muhafaza edilmelidir (16, 58).

Toprakta ve bitkilerden bala karışmış olan çeşitli mikroorganizmaların zararlı etkileri balın antibakteriyel özelliği sayesinde engellenmektedir. Ancak Clostridium botulinum sporlarının balda bulunması bir yaşına kadar olan bebeklerde tehlike oluşturmaktadır. Bakteri sporları bal içerisindeyken canlılığını sürdürebilmekte ancak toksin oluşturamamaktadır. Bebeklerin barsak florası Cl. botulinum kolonizasyonuna duyarlı olduğu için balla birlikte alınan bakteri sporu barsakta toksin oluşturabilmektedir. Bu durumda konstipasyon, başı kontrol

edememe, halsizlik ve refleks kaybı gibi semptomlarla karakterize infant botulismusu meydana gelmektedir. İyileşme uzun sümekte ancak semptomlar tedavi sonrası ortadan kalkmaktadır. Söz konusu vakalar son derece nadir görülse de bir yaşından küçük çocuklara bal verilmemesi önerilmektedir (17, 29).

1. Balın Bileşimi

Bal arıları, çiçeklerde bulunan veya böcekler tarafından bitkiler üzerinde oluşturulan nektar adlı tatlı sıvıları toplayarak bal elde ederler. Nektar, sindirim sisteminin değişikliğe uğramış bir parçası olan bal midesinde nektarı bala dönüştüren çeşitli enzimlerle muamele edilir. Daha sonra suyu uçurularak bala dönüştürülür. Elde edildiği nektara göre bal, renk, lezzet, koku ve kimyasal kompozisyonu ile çeşitlilik göstermektedir (2, 27, 30). Bal orijinine göre; çiçek balları (bitki nektarlarından elde edilir) ve salgı balları (bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin -Hemiptera- salgılarından elde edilir) olarak ikiye ayrılır (9). Türkiye'deki en önemli salgı balı üreticilerinden biridir. Bu bal, bal arıları tarafından Türkiye'de çam ağaçlarından beslenen Marchalina hellenica isimli insektin salgısından yapılmaktadır (72). Balın bileşimi tablo 1'de özetlenmiştir (17).

Tablo 1. Balın bileşimi (17)

	Çiçek balı		Salgı balı	
	Ortalama	min-max	Ortalama	min-max
Su	17.2	15- 20	16.3	15- 20
Monosakkaritler				
Fruktoz	38.2	30- 45	31.8	28- 40
Glukoz	31.3	24- 40	26.1	19- 32
Disakkaritler				
Sukroz	0.7	0.1- 4.8	0.5	0.1- 4.7
Diğerleri	5.0	2- 8	4.0	1- 6
Trisakkaritler				
Melezitoz	<0.1		4.0	0.3- 22.0
Erloz	0.8	0.5- 6	1.0	0.1- 6
Diğerleri	0.5	0.5- 1	3.0	0.1- 6
Tanımlanamayan oligosakkaritler	3.1		10.1	
Mineraller	0.2	0.1- 0.5	0.9	0.6- 2.0
Aminoasitler	0.3	0.2- 0.4	0.6	0.4- 0.7
Asitler	0.5	0.2- 0.8	1.1	0.8- 1.5
pH değeri	3.9	3.5- 4.5	5.2	4.5- 6.5

1.1. Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellikler, ölçümlerinin basit olması ve balın bileşimi hakkında bilgi sağlamalarıyla bal sınıflandırılmasında temel kriterlerdir. Balın rengi, reolojik ve higroskopik özellikleri, tat ve aroma, optik rotasyon özellikleri, elektriksel iletkenlik, özgül ağırlık ve kırılma indisi balın ölçülebilen fiziksel özellikleri arasında sayılabilir (1, 59).

1.1.1. Elektriksel İletkenlik

Fiziksel özelliklerden elektriksel iletkenlik, balın mineral madde içeriğine göre değişir ve salgı balları ile çiçek ballarının ayırımında kullanılır (57, 59, 63).

1.1.2. Tat ve Aroma

Balın tadı ve aroması monofloral ya da polifloral olmasına göre değişir. Baldaki polen düzeyinin bitkisel çeşitliliğine göre ballar, monofloral ya da polifloral olarak tanımlanır. Monofloral (unifloral) ballarda, balın elde edildiği asıl nektarın oranı en az %51'dir ya da tek bitki türünün polen oranı %45'in üzerindedir (6). Bal, elde edildiği bitkinin adı kullanılarak isimlendirilebilir (Örn: Akasya balı, kestane balı, manuka balı vb.). Monofloral balların kendilerine özgü ve orijinal nektar kaynağına bağlı belirgin bir aromaları vardır. Polifloral ballarda tek bitki türünün poleni dominant değildir. Anzer balında olduğu gibi, isimlendirilmesi genellikle elde edildiği coğrafi bölgeye göre yapılır (31, 68).

1.1.3. Renk

Balın rengi Pfund skalasına göre değerlendirilir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (9) göre su beyazından koyu amber renge kadar değişebilir. Balın kaynağı olan nektarın ve polenlerin renkleri, baldaki şeker reaksiyonları ve balın alındığı peteğin eski ya da yeni olması rengi etkiler (1, 6, 11, 34, 57). Balın rengi, gözle görülebilen aralıktaki ışığı absorbe edebilen polifenoller, flavonoidler, terpenler ve karotenoidler gibi bileşiklerden ileri gelmektedir (20). Ek olarak melanoidin gibi Maillard reaksiyonu ürünleri balın rengine katkıda bulunmaktadır. Maillard reaksiyonu ya da enzimatik olmayan esmerleşme, amino asitlerin amino grupları ile indirgen şekerler arasında oluşur ve bal muhafazasının yaygın bir yan etkisidir. Muhafaza boyunca balın esmerleşmesi, tüketici tercihini olumsuz etkileyen bir faktördür (20, 73). Uzun süre ve özellikle yüksek ısıda muhafaza, balın daha koyu renkli olmasına neden olur. Çeşitli bal örneklerinin 37 °C'de 90 gün ve 35- 40 °C'de 4 yıl muhafaza edildiği iki ayrı

çalışmada, muhafaza süresinin artışına bağlı olarak renkte koyulaşma gözlemlendiği bildirilmiştir (34, 57). Başka bir çalışmada 1-3 yıl boyunca muhafaza edildikten sonra rengi koyulaşan ballarda UV absorbe eden bileşiklerin ve melanoidinlerin miktarının arttığı bulunmuştur (20).

1.1.4. Viskozite

Viskozite, balın içeriğine göre; yapısındaki şekerlerin kompozisyonuna (disakkaritler daha fazla viskozite kazandırmaktadır), içerdiği küçük kristallerin ve hava kabarcıklarının miktarına ve nem oranına bağlıdır. Bal işlemede kullanılan ekipmanların dizayn edilmesinde ve kullanılmasında balın viskozitesi göz önünde bulundurulmaktadır (1, 44, 80). Bala yüksek ısı işlemi uygulamalarının viskoziteyi azalttığı bilinmektedir (80). Ancak yüksek ısı işlemi (94° C'de 5, 10 ve 20 dakika) uygulanmış ballar tekrar oda ısısına getirilip bekletildiğinde viskozitenin arttığı bildirilmiştir (1).

1.1.5. Fiziksel Kalite Kriteri: Kristalizasyon

En önemli fiziksel kalite kriteri, balın kristalize olmasıdır. Kristalizasyon doğal bir süreçtir ve kristalize bal ile likit bal arasında besin değeri açısından bir farklılık yoktur (27). Bal içindeki glukozun sudan ayrılması ve glukoz moleküllerinin baldaki diğer partiküllerle de aralarına alarak küçük kristaller halinde çökmesi sonucunda kristalizasyon oluşur. Doğal kristalizasyon, bal tekstüründe bozulmaya yol açtığı için tüketiciler tarafından istenmeyen bir durumdur. Ayrıca şekerden ayrılmış zayıf likit faz, fermentasyonu başlatabilir (70). Bu problemlerin oluşmasını önlemek için Dyce yöntemi kullanılarak endüstriyel kristalizasyon uygulamaları yapılmaktadır. Bu yöntemde, kristalizasyon sürecini başlatmak için yaklaşık %10- %20 oranında iyi kristalize olmuş bal likit balın içine karıştırılmakta ve 14 °C'de bırakılmaktadır. Kristalizasyon kontrollü bir şekilde yapıldığında tereyağı kıvamında ve düzgün tekstürdeki krema bal elde edilmektedir (23, 27). Cavia ve ark. (23), uzun süre muhafazanın, endüstriyel yöntemle kendilerinin elde ettikleri kristalize bal ile likit bala olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda 30. ayda analiz edilen likit bal örneklerinden 2'sinin ve krema bal örneklerinden 1'inin serbest asit seviyesinin standartların (50 meq/kg) üzerine çıktığı saptanmıştır. Muhafazanın, balın pH'sını ve serbest asit seviyesini arttırdığı ancak endüstriyel kristalizasyonun böyle bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (23). Balda kristalizasyona birçok faktör etki eder. Balın nem ve dekstrin içeriği, su aktivitesi, bal içinde mikrokristallerin varlığı, muhafaza sıcaklığı ve önceden uygulanan ısı

işlemleri bunlardan bazılarıdır. Süzme sırasında bal içerisinde kalan partiküller ve hava kabarcıkları kristalizasyonu artırıcı faktörlerdir (70). Glukoz/su oranı ve fruktoz/glukoz oranı kristalizasyonu etkiler. Glukoz/su 1.70 ve daha küçük değere sahip ballar kristalize olmazken, 2.10 olan ballar çok çabuk kristalize olmaktadır. Fruktoz/glukoz 1.0-1.2 arasıdayken kristalizasyon çabuk olurken, bu oran 1.3 veya daha fazlaysa kristalizasyon geciktirmektedir (63). Yüksek ısı kısa zaman uygulamalarının balda oluşabilecek kristalizasyonu geciktirdiği ancak bu durumun balın glukoz, fruktoz ve su oranlarına bağlı olduğu bildirilmiştir. Tosi ve ark. (70) fruktoz/glukoz oranı 1.03, glukoz/nem oranı 1.89 olan bir bal örneğinin, ısı işlemi uygulanmadan 4°C'de 8 haftada, kristalize olduğunu, 60 saniyede 80 °C'ye getirilerek 30 saniye bu ısıda tutulduktan sonra 4 °C'de muhafaza edildiğinde 16 haftada kristalize olduğunu belirtmişlerdir (70).

Kristalize olmuş balı sıvılaştırmak için ısı işlemleri uygulanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi, 45°C'nin üzerinde ısıtılmış balların fırıncılık ürünü olarak kullanılabilmesini belirtmiştir. Ancak dünyada ballar çeşitli şekillerde ve derecelerde ısıtılmaktadır (16, 65):

- Su banyosunda ısıtma
- Hava ile ısıtma
- Elektrikli tabakalar ile ısıtma
- Pastörizasyon: 70-78 °C'de kısa sürede ısıtıp hemen soğutma
- Ultrason dalgalarının kullanılması
- Mikrodalga fırınlarda ısıtma
- İnfrared fırınlarda ısıtma (16, 65).

Kimyasal Özellikler

Genel olarak balın yaklaşık %80'i değişik şekerlerden (%35 glukoz, %40 fruktoz, %5 sukroz), %17'si sudan meydana gelir. Geri kalan %3'lük kısım başta enzimler olmak üzere, amino asitler, glukonik asit, fenol bileşikler, lakton, mineraller ve çeşitli vitaminler gibi 180 kadar farklı maddeden oluşur. Balda ayrıca, demir, bakır, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, silisyum, aliminyum, krom, nikel ve kobalt gibi değerli mineraller vardır. Balın ayırıcı özelliklerini, nektar ve bal arısından kaynaklanan birçok küçük bileşen belirlemektedir. Balın özel lezzetini ve biyolojik özelliklerini sağlayan bu bileşenlerin çoğu ısıya dayanıksızdır (33, 36, 42, 45, 71).

1.2.1. Balın Su İçeriği

Balın su içeriği, balın olgunluğunu ve raf ömrünü değerlendirmede en önemli kriterdir. Süzme balın

sırlanmamış peteklerden elde edilmesi, hasat sırasındaki iklimsel koşullar ve olumsuz muhafaza koşulları su içeriğini artırır (57, 79). TGK Bal Tebliği, Kodeks Alimentarius Komisyonu Bal Standardı (Codex Alimentarius Commission-CAC) ve Avrupa Birliği'nin 2001/110/EC sayılı direktiflerine göre baldaki su oranı %20'den az olmalıdır (9, 24, 26).

1.2.2. Balın Asitliği

Balın tatlılığı, içerdiği asit karakterdeki maddelerden dolayı, benzer miktarda şeker içeren besinlere göre daha az hissedilmektedir. Serbest asitlerin, laktonların ve esterlerin toplamı baldaki toplam asitliği belirlemektedir (6, 23, 42). Serbest asitlik lezzete katkıda bulunur, mikroorganizmalara karşı dayanıklılık sağlar, kimyasal reaksiyonları, antibakteriyel ve antioksidan özelliği artırır ayrıca balın kaynağı hakkında bazı bilgiler verir (23). Balın asitliği, glukonik asit başta olmak üzere çeşitli organik asitlerden ve fosfat ve klorid gibi inorganik iyonlardan kaynaklanır (23, 42, 57). Serbest asitlerin artışı balda fermentasyonun göstergesi sayılmaktadır. Çünkü bal şekerleri ve alkol baldaki mayalar tarafından asitlere dönüştürülmektedir (6, 23). Serbest asit miktarı TGK, CAC ve AB'ye göre 1000 g balda 50 meq'dan fazla olmamalıdır (9, 24, 26). Yapılan çalışmalar, serbest asit ve lakton miktarı açısından balın açılmadan önce, oda sıcaklığında 20 ay muhafaza edilebileceğini göstermektedir (23). Balın pH'sı ise iyonize asitlere ve mineral maddelere bağlıdır. Mikroorganizma gelişimine, enzimatik aktiviteye, tekstüre ve diğer özelliklere etki eder (23). Balın pH'sı 3.9 (3.5- 5.5 arasında) civarındadır (8, 42).

1.2.3. Balın Protein İçeriği

Bal protein kaynağı bir besin maddesi olarak tanımlanamasa da baldaki amino asitler balın orijini açısından önemlidir. Prolin, lizin, fenilalanin, γ-amino bütirik asit (GABA), β-alanin, arginin, glutamin, serin, glutamik asit ve aspartik asit balda bulunan amino asitlere örnek olarak verilebilir (64). Balda miktarı en yüksek olan amino asit prolin, kollagen ve elastinin yapısında bulunan hidroksiprolinin ön maddesidir (43). Prolin bitkilerde, çeşitli miktarlarda (akasyada 222 mg/kg, kekikte 956 mg/kg) bulunan bir aminoasit olmasından dolayı prolin miktarı, şeker şurubu ile beslenen arılardan elde edilen bal ile nektardan elde edilen balın ayrılmasında kriter olarak kullanılmaktadır (14, 37). TGK'nin bal için önerdiği prolin miktarı, 1 kg balda minimum 180 mg'dır. (9). Güler ve ark. (37), şeker şurubu ile beslenen kovanlardan elde edilen balın prolin miktarının saf bala göre 100 g'da 22 mg daha az olduğunu belirtmişlerdir (37). Balın uygun

olmayan koşullarda uzun süre muhafazası ile amino asit miktarlarında önemli düşüşler görülür. Sanz ve ark. (64) yaptıkları çalışmada, başlangıçta 100 g balda 94.39 mg olan prolin miktarı, 25 °C'de 12 ay muhafaza ile 87.09 mg'a, 35 °C'de 12 ay muhafaza ile 61.64 mg'a düşüştüğü bildirilmiştir (64).

1.2.4. Balın Enzim İçeriği

Enzim içeriği balın kalite kriterlerindedir. Nektarın bala dönüştürülmesinden sorumlu olan invertaz enzimi sukrozu glukoz ve fruktoza; diastaz enzimi nişastayı küçük şekerlere dönüştürür, β- glukozidaz, glikojeni glukoz ve maltoza indirger (8, 79); glukoz oksidaz enzimi, glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksit, katalaz ise hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürür. (61). Şahinler ve ark. (68) yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'nin farklı botanik ve coğrafik bölgelerden toplanan bal örneklerinin biyokimyasal özellikleri (ortalama mineral madde, nem, asitlik, HMF, diyastaz sayısı, invert şeker, pH, sakaroz, elektriksel iletkenlik ve ağır metal içerikleri, iz elementler ve ağır metal içerikleri) değerlendirilmiş; pamuk balı örneğinde invert şeker (%59.94) ve ayçiçeği balı örneğinde ise sukroz miktarı (%6.46) hariç tüm bal örneklerinin biyokimyasal kompozisyonunun TGK, CAC ve AB standartlarına uyduğu belirlenmiştir (68).

1.2.5. Kimyasal Kalite Kriterleri

Diastaz sayısı ve HMF düzeyi, bal kalitesinin belirlenmesi için yaklaşık 75 yıldır kullanılan kimyasal kalite kriterleridir. Aşırı ısı işlemi uygulanmış ya da uzun süre depolanmış ballar ile taze balların ayırt edilmesinin en pratik yolu diastaz ve HMF aktivite-lerinin ölçülmesidir (79).

HMF (hidroksimetilfurfural), pişirme ya da sterilizasyon esnasında gıdalara uygulanan ısı işlemleri sonucu, indirgen şekerlerin aminoasitlerle oluşturduğu, enzimatik olmayan esmerleşme (Maillard) reaksiyonu ya da heksozların asit katalizörülüğünde dehidrasyonu sonucunda oluşan bir üründür. Karbonhidrat içeren birçok gıda maddesinde aşırı ısı uygulamasını önlemek için miktarı yönetmelikler ile sınırlanmıştır (31, 45, 72, 73). İçeriğindeki yüksek orandaki basit şekerlerin (glukoz ve fruktoz) varlığı ve birçok asit nedeniyle bal, HMF oluşumu için çok uygun koşullar sağlamaktadır (45). Balda HMF miktarının artmasına, ısı işleminin derecesi ve süresi, muhafaza koşulları (ışığa maruz kalma gibi) ve metal kapların muhafazada kullanılması sebep olabilmektedir (6, 31, 45). Başlangıç ısı uygulamasının asidite oluşumunu hızlandırarak muhafaza süresi boyunca HMF miktarındaki artışı tetiklediğini öne sürülmektedirler (60). Yapılan bir çalışmada

15 ile 20 °C'de muhafaza edilen ballarda HMF miktarı 6 ayda 1.10 artarken 1 yılda 2 katına çıkmıştır (57). Öte yandan 27 °C'de 350 günde, 50 °C'de 9 günde ve 60 °C'de 72 saatte oluşan HMF miktarının aynı olduğu belirtilmiştir (78). TGK, CAC ve AB, balda HMF miktarını tropikal bölgelerde elde edilen ballar hariç 40 mg/kg ile sınırlamıştır. Etiketinde üretildiği bölge belirtilmek koşulu ile tropikal bölgeler için bu rakam 80 mg/kg'dır (9, 24, 26). Ancak baldaki HMF'de ısı işlemine bağlı olarak belirlenen artışın balın kimyasal kompozisyonuna göre değiştiği belirtilmektedir (10, 31, 45, 72). Başlangıç HMF, serbest asit ve lakton miktarı fazla olan ballarda ısı işlemi ve muhafaza sonrası daha fazla HMF oluştuğu, başlangıç protein, prolin ve katalaz miktarı ile diastaz sayısı yüksek olan ballarda ısı işlemi ve muhafaza sonrası daha az HMF oluştuğu bildirilmiştir (10). Yapılan araştırmalarda salı balı ile çiçek balının ve kestane balı ile portakal balının aynı ısı işlemi uygulamalarında farklı HMF miktarlarına ulaştığı bildirilmektedir. HMF aşırı ısı işleminin tespitinde kriter olarak kabul edilmektedir ancak bu hususta balın kimyasal kompozisyonunun da göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmektedir (31, 72).

Diyastaz sayısı, 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin, 38-40 °C'de, 1 saat içerisinde parçalandığı nişasta miktarını ifade etmektedir. Diastaz aktivitesi, ısı işlemi sonucu inaktive olmaktadır (57). Bal diastazını geri dönüşümsüz olarak inaktive eden ısının 90 ile 100 °C arasında olduğu bildirilmiştir (71). Balın -20 °C'de 540 gün muhafazasında diastaz miktarında hiç düşüş olmadığı, 200 gün 30 °C'de muhafaza edilen ballardaki diastaz kaybının 70 °C'de 5.3 saatlik ısı işlemi uygulananlar ile aynı olduğu bildirilmiştir (71, 78, 79). Tosi ve ark. (70) 15 saniyede 140 °C'ye getirip ve 30 sn bu ısıda tutulan bal örneklerinde diastaz sayısının uluslararası limitlerin altına düştüğünü belirlemişler, bu ısı- zaman uygulamasını sınır değer olarak nitelendirmişlerdir. Sıcaklığı 60 saniyede 80 °C'ye getirip 30 saniye bu sıcaklıkta tutulan bal örneklerinde ise bütün mikroorganizmaların inaktive olduğunu ve bal kalitesi değişmediğini bildirmişlerdir (70). TGK, CAC ve AB'ye göre minimum diyastaz sayısı en az 8 ama turuncu balı gibi enzim içeriği düşük olan ballarda en az 3 olarak belirlenmiştir. Bu tür ballarda HMF miktarının 15 mg/kg'dan yüksek olmaması gerektiği belirtilmiştir (9, 24, 26). Bogdanov (16), çeşitli ısıların bal parametrelerine olan etkisini araştırmıştır. Söz konusu araştırmanın sonuçları tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Çeşitli ısılarda muhafazanın bal parametrelerine etkisi (16)

Muhafaza Sıcaklığı °C	40 mg/kg HMF oluşması için geçen süre	Diastaz aktivitesinin yarılanma ömrü	İnvertaz aktivitesinin yarılanma ömrü
10	10-20 yıl	35 yıl	26 yıl
20	2-4 yıl	4 yıl	2 yıl
30	0.5-1 yıl	200 gün	83 gün
40	1-2 ay	31 gün	9.6 gün
50	5-10 gün	5.4 gün	1.3 gün
60	1-2 gün	1 gün	4.7 saat
70	6-20 saat	5.3 saat	47 dakika

1.4. Balın Biyolojik Özellikleri ve Sağlık Üzerine Olan Etkileri

1.4.1. Balın Antimikrobiyel, Antiviral ve Antiparaziter Özellikleri

Bal, antik çağlardan bu yana, birçok kültür tarafından medikal amaçlarla kullanılmaktadır. İnfekte yaraların tedavisinde en az 2000 yıldır kullanıldığı Dioscorides'in kayıtlarından anlaşılmaktadır. Günümüzde balın terapötik amaçla kullanımı konusuna artan bir ilgi söz konusudur (53, 54, 77). Terapötik amaçlı olarak baldan; ülserlerin, yara ve yanık sonucu oluşan deri infeksiyonlarının ve yatak yaralarının tedavisinde yararlanılmaktadır (51, 53).

Balın sadece bakterilere değil aynı zamanda virüs, mantar ve parazitlere karşı olan inhibe edici özelliklerini bildiren çalışmalar mevcuttur (3, 46, 81). *Ecinochoccus granulosis*'a karşı %10'luk konsantrasyondaki balın 3. dakikadan itibaren öldürücü etki gösterdiği bulunmuştur (46). Rubella virüsün in vitro şartlarda bal tarafından etkisiz hale getirildiği bildirilmiştir (81).

Balın antibakteriyel aktivitesi ile ilgili ilk laboratuvar ve klinik çalışmaları Avustralya ve Yeni Zelanda'da yetişen *Leptospermum scoparium* ve *Leptospermum ericoides* adlı bitkilerden elde edilen manuka balı üzerinde yapılmıştır (25). Manuka balının, aerob, anaerob, gram negatif ve pozitifler olmak üzere yaklaşık 60 değişik bakteri türüne karşı antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmektedir (52).

Balın; şeker konsantrasyonuna bağlı yüksek ozmolarite, düşük su aktivitesi, düşük pH, hidrojen peroksit üretimi gibi karakteristik özellikleri antibakteriyel aktivitesi üzerinde etkilidir (13, 20, 51). Baldaki en önemli antibakteriyel bileşik, arıların hipofarengial bezlerinde üretilen glikoz oksidaz enziminin baldaki glukozu okside etmesi sonucu oluşan

ve inhibin faktör olarak da tanımlanan hidrojen peroksittir (6, 52, 53, 54, 77).

Bazı bitkilerin polenlerinden kaynaklanan katalaz enziminin hidrojen peroksiti inaktive ettiği ballarda antibakteriyel etkinin devam ettiği görülmüştür (51, 77). Polifenoller, fenolik asitler (kafeik asit, ferulik asit) ve onların türevleri (metil syringate), aromatik asitler ve flavonoidler, glukonik asit gibi dissosiyel olmayan organik asitler ve son zamanlarda Mailard reaksiyonu ürünlerinin de balın antibakteriyel aktivitesinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur (6, 20, 51, 67). Lizozim ve uçucu bileşiklerin de bakteri inhibisyonunda rolü olduğu düşünülmektedir (13). Bu bileşiklere non-peroksit bileşikler denilmektedir. Manuka balının antibakteriyel aktivitesi non-peroksit bileşiklerden kaynaklanmaktadır (13, 54, 67). Koyu renkli ballardaki antibakteriyel aktivitenin açık renkli ballara göre daha fazla olduğu bulunmuş ve bu sonucun koyu renkli ballarda daha fazla bulunan fenolik bileşiklerin antibakteriyel aktivitesi ile ilgili olduğu belirtilmiştir (6, 20).

Balın antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği bakteri ve mantarlar çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (3, 25, 32, 48, 51). Balın antibakteriyel etki gösterdiği bakteriler arasında *Staphylococcus aureus* (25, 32), *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* (51), *Enterobacter cloaca*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Helicobacter pylori* 'nin (3, 48); mantarlar arasında ise *Candida xerosis*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis* ve *Rhodotorula rubra*'nın (3, 48) bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca karakovan balının söz konusu etkilerinin petek balına ve süzme bala göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (3).

Hidrojen peroksit bağı antibakteriyel aktivitenin yüksek ısı işlemi, uygun olmayan şartlarda muhafaza ve ışığa maruz bırakmadan olumsuz etkilen-

Tablo 3. İşlenmiş ve işlenmemiş yonca ve karabuğday ballarında glukonik asit miktarlarının (g/kg balda) 6 ay muhafaza ile değişimi (76)

	Yonca balı		Karabuğday balı	
	İşlenmiş ¹	İşlenmemiş ²	İşlenmiş ¹	İşlenmemiş ²
Başlangıç	4.30	4.00	4.17	3.78
Açık renkli cam kavanoz ³	3.95	4.01	4.23	4.01
Koyu renkli cam kavanoz ³	3.96	4.04	4.12	3.83
Cam kavanozda 4 °C'de	3.92	3.96	4.14	3.83
Cam kavanozda -20 °C'de	—	3.84	—	3.80

¹ 60 °C de ısıtılmış, dinlendirilerek köpüğü alınmış, 82.2 °C'de tekrar ısıtılarak filtre edilmiş bal.

² 54.4 °C'de granülasyonu eritmek için ısıtılmış, başka işlem uygulanmamış bal.

³ Oda ısısında

Tablo 4. İşlenmiş ve işlenmemiş yonca ve karabuğday ballarında hidrojen peroksit miktarlarının (µg/g balda) 6 ay muhafaza ile değişimi (76)

	Yonca balı		Karabuğday balı	
	İşlenmiş ¹	İşlenmemiş ²	İşlenmiş ¹	İşlenmemiş ²
Başlangıç	9.50	0.17	2.27	0.22
Açık renkli plastik ³	1.55	0.16	1.97	0.58
Açık renkli cam kavanoz ³	6.15	0.22	2.43	0.57
Amber renkli cam kavanoz ³	13.56	0.21	3.02	0.69
Koyu renkli cam kavanoz ³	13.52	0.17	2.90	0.64
Cam kavanozda 4 °C'de	17.65	0.17	4.28	0.51
Cam kavanozda -20 °C'de	—	0.12	—	0.59

¹ 60 °C'de ısıtılmış, dinlendirilerek köpüğü alınmış, 82.2 °C'de tekrar ısıtılarak filtre edilmiş bal.

² 54.4 °C'de granülasyonu eritmek için ısıtılmış, başka işlem uygulanmamış bal.

³ Oda ısısında

diği bildirilmektedir. Söz konusu şartlardan salgi balları çiçek ballarından, koyu renkli ballar açık renkli ballardan daha fazla etkilenmektedir. Antibakteriyel aktivitedeki keskin düşüş ilk 3-6 ayda meydana gelmektedir (17, 20). 78 °C'de 15 dakika ısı işlemi uygulanan ballarda antibakteriyel aktivitenin büyük oranda azaldığı kaydedilmiştir (61). Hidrojen peroksitin ve glukonik asidin ısı ve muhafaza şartlarına bağlı olarak değişimi Wang ve ark.(76) tarafından incelenmiştir. Söz konusu araştırma ile ilgili atıf, tablo 2 ve 3'de gösterilmektedir.

1.4.2. Balın Antiinflamatuvar Etkisi

İnfekte yaraların iyileşmesinde, balın antibakteriyel özelliğinin yanı sıra, lenfositik ve fagositik aktivitenin bal tarafından stimule edilmesi de etkili olmaktadır (53). Çeşitli balların, yara iyileşmesini indükleyen TNF-α adlı sitokinin makrofajlardan sekresyonunu stimüle ettiği (69), 70 g balın sindirilmesinden 3 saat sonra plazmada bulunan inflamatuvar maddelerden tromboksan B2 miktarının %35 düşüğü bildirmiştir (7). Balın yaralarda inflamasyon ve ödemi azaltırken (7, 12) aynı zamanda granülasyon ve epitelizasyonu da arttırdığı belirtilmektedir (6, 69).

1.4.3. Balın Antimutajenik Aktiviteleri

Oral olarak alınan balın immün sistemi aktive ettiği, kanser ve metastaza karşı koruyucu özellik gösterdiği bildirilmektedir (17, 75). İn vitro şartlarda heterosiklik bir amin olan Trp-p-1'in (3- Amino- 1.4-dimetil- 5h- piridol [4.3- b] indol) mutajenitesi yedi farklı kaynaktan elde edilmiş balların hepsi tarafından inhibe edilmiştir (75). Ratlar ve farelerde deneysel olarak oluşturulan tümörlerin inokulasyonundan önce 10 gün boyunca oral olarak verilen balın (ratlar için 1 g/kg, fareler için 2 g/kg) belirgin antimetastazik etki gösterdiği bildirilmektedir (17).

1.4.4. Balın Antioksidan Özelliği

Balın antioksidan özelliği nektarın toplandığı bitkisel kaynağa, mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlıdır (11, 49). Bala antioksidan özelliğini veren maddeler: Flavonoidler (apigenin, pinobanksin, pinosebrin, kaempferol, galangin, luteolin, hesperetin vb.) ve fenolik asitler (kafeik, ferulik, ellagik, klorogenik asit vb.) gibi polifenoller, tiamin, riboflavin, α - tokoferol, askorbik asit gibi vitaminler, salisilik asit, sülfidril grupları, karotenoid türevleri, glukoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimler, organik asitler (glukonik, sitrik, malik asit), Maillard reaksiyonu ürünleri, amino asitler ve proteinlerdir (4, 6, 11, 21, 28, 33, 47, 52, 73). Yapay balın antioksidan aktivitesinin doğal ballara göre çok düşük olduğu bildirilmiştir (6).

Bal, meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme ya da etteki lipit oksidasyonu gibi gıdalarda istenmeyen oksidasyon olaylarını önlemektedir (49, 56).

Flavonoidler, terpenler, izopiren üniteleri ve uzun zincirli fenolik asitler, gözle görülebilen fotonları absorbe eden kromoforları oluştururlar. Kromoforlar da balın sarıdan kırmızı kahveye kadar olan rengini verirler (11, 20, 21, 56). Balın antioksidan aktivitesini arttıran maddelerden toplam fenolik bileşiklerin, keten sarmaşığından orijin alan bal (6), karabuğday balı (56), çam gibi salgı balları (11, 49) ya da kestane balı (48) gibi koyu renkli ballarda daha yüksek miktarlarda olduğunu ortaya koyan araştırmalar mevcuttur. Çiçek ballarında salgı ballarından, sayı olarak daha fazla flavonoid saptandığı, flavonoidlerin bala göre çeşitlilik gösterdiği belirtilmiştir (38).

Balın antioksidan özelliğinin ısı işlemi karşısındaki değişimi konusundaki araştırmalar değişik sonuçlar bildirmektedir (6, 22, 28, 56, 73, 76). Karbonhidrat içeren gıdaların ısıtılmasıyla oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin mutajenik ya da antimutajenik olabileceği gibi antioksidan olarak da etki gös-

terebildikleri bilinmektedir. Maillard reaksiyonunun son ürünlerinden melanoidinlerin radikal temizleyici özellikleri buna örnektir. Hatta balda ısıtılma ile antioksidan maddelerde meydana gelen kayıpların, ısıtılma boyunca oluşan besinsel olmayan antioksidan maddelerce telafi edilebileceği düşünülmektedir (30). Türkmen ve ark. (73) bu konuda yaptıkları çalışmada, bal örneklerine 50, 60 ve 70 ° C ısı işlemi uygulamışlar, antioksidan aktivite ve kahverengi pigment oluşumunun, uygulanan ısı ile doğru orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, esmerleşme ile antioksidan aktivite arasında pozitif korelasyon saptamışlardır (73). Brudzynski ve Miotto (22), 121 ° C'de 30 dakika ısı işlemi uyguladıkları açık, orta ve koyu renkli ballarda melanoidin içeriğinin, ısı işleminin ardından koyu renkli ballarda yaklaşık 2 kat daha fazla arttığını ve buna bağlı olarak balların antioksidan kapasitesinin de arttığını bildirmişlerdir (22). Wang ve ark. (76) ise işleminin (ısıtılmış, dinlendirilerek köpüğü alınmış, tekrar ısıtılarak filtre edilmiş bal) ve 6 ay muhafazanın, antioksidan aktiviteyi ve toplam fenolik bileşik miktarını, koyu renkli karabuğday orijinli ballarda açık renkli yonca orijinli ballara göre daha fazla düşürdüğünü bulmuşlardır (76).

Balın vitamin ve enzim içeriğine bağlı antioksidan aktivitesinin çiğ ve taze ballarda yüksek olduğu bildirilmektedir. Söz konusu maddeler ısı işlemine, ışıkta ve olumsuz koşullarda muhafazaya çok duyarlıdır (6, 56). Doğan ve Kolankaya (28) çalışmalarında, ratların midesinde etanol kullanarak oluşturdukları vasküler permabilite artışının, Anzer balı ile önenebileceğini bulmuşlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri sonuca Anzer balının yüksek askorbik asit içeriğinin neden olabileceğini belirtmektedirler. Anzer balı, 62.67 mg/g askorbat içeriği ile 70 kg'lık bir kişinin günlük 60- 100 mg arasında bildirilen C vitamini ihtiyacını karşılamaktadır. Ancak diğer ballarda bu rakam 2- 2.5 mg/g olarak bildirilmiştir (17, 28, 50).

1.4.5. Balın Prebiyotik Etkisi

Balın, pozitif etkilerini ortaya koyabilmesi için günlük olarak 50-80 g tüketilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (17). Balda, enerji sağlayan karbonhidratlardan, glukoz ve fruktoz gibi temel monosakkaritlerin yanı sıra panoz, melezitoz, rafinoz gibi 25 farklı oligosakkarit de bulunmaktadır (17). Bu oligosakkaritlerin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve glukooligosakkaritlerle (GOS) benzer etki göstererek intestinal bifidobakterlerin gelişimini arttırdıkları ve prebiyotik etki gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca türe spesifik olmak üzere, balın fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan bifidobakterlerin gelişimini arttırdığı ve 4 ° C'de muhafazada 21 güne

Tablo 5. Bal hakkında merak edilenler

Merak edilenler	Açıklamalar
Kristalize bal sahte midir?	Kristalizasyon, bal muhafazasında doğal bir süreçtir. Elde edildiği nektara göre her bal kristalize olur (27). Kristalizasyon oluşumu için en uygun ısı 14°C'dir (23).
Bal nasıl muhafaza edilmelidir?	Bal, HMF oluşumu ve fermentasyonu önlemek ve kristalizasyonu geciktirmek için oda ısısında (20- 22°C), güneş ışınlarına maruz bırakılmadan ve metal olmayan kaplarda muhafaza edilmelidir (6, 23, 31, 45). Bal hidroskopik olduğu için kapaklı kaplarda muhafaza edilmelidir (16, 58).
Bala ısı işlemi uygulanması yanlıştır mıdır?	Bala 80°C'de 30 sn ısı işlemi uygulamasının balın enzimlerine zarar vermeden, balda bulunan tüm maya ve mantarları inaktive ettiği ve kristalizasyonu geciktirdiği belirtilmiştir (70). Ancak TGK, 45°C'nin üzerinde ısıtılan balların fırıncılık ürünü olarak kullanılabilirliğini belirtmiştir (16, 65). Bala uzun süreli veya aşırı ısı işlemi uygulanması karsinojen HMF miktarını artırırken balın değerli maddeleri olan enzimlerin miktarını düşürmektedir (57, 71, 78). Bal ateşle doğrudan temas etmeden ve sıcaklığı 45°C'yi geçmeden, sıcak su içinde ısıtılabilir (16).
Balın sahte olup olmadığı fiziksel özelliklerinden anlaşılır mı?	Kokusu, tadı, aroması, akışkanlığı veya içinde hava kabarcıkları bulunması ile balın sahte olup olmadığı anlaşılabilir. Sahtelik kriterleri olan ticari glukoz, nişasta ve mısır şurubunun bal içinde tespiti ancak laboratuvar analizleri ile mümkündür (8, 42).
Koyu renkli ballar daha sağlıklı mıdır?	Koyu renkli balların mineral madde oranları yüksektir (57, 59, 63). Antioksidan ve antibakteriyel özellikleri daha fazladır (6, 11, 20, 48, 49, 56). Ancak bu ballarda HMF miktarı da doğal olarak daha yüksektir. HMF miktarı daha kısa sürede belirlenen limitlerin üzerine çıkabilir (31, 72).
Balın mide ve sindirim sistemi üzerinde olumlu etkisi var mıdır?	Balın ülser oluşturan <i>Helicobacter pylori</i> isimli bakteriye karşı inaktive edici aktivitesi bilinmektedir (48). Ayrıca son çalışmalarda balın içerisinde prebiyotik etki gösteren oligosakkaritlerin bulunduğu bildirilmiştir (17, 41, 74).
Yara ve yanıklara bal uygulanması doğru mudur? Bal dişleri çürütür mü?	Bal, antibakteriyel ve antiinflamatuvar etkisinden dolayı birçok toplum tarafından yara ve yanık tedavisinde kullanılmaktadır (51, 53). Balın söz konusu etkileri bilimsel çalışmalarla da desteklenmektedir (7, 53, 69). Balın diş çürütücü etkisi bildirilmiş olsa da (18) bu etkinin çay şekeri ve meyve suyuna göre çok düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir (5, 35, 55). Bal, doğal bir tatlandırıcı olarak şeker yerine kullanılabilir.
Bir yaşından küçük bebeklere bal verilmesi sakıncalı mıdır?	Balda bulunması muhtemel <i>Clostridium botulinum</i> sporları, bal içerisindeyken canlılığını sürdürebilmekte ancak toksin oluşturamamaktadır. Bebeklerin barsak florası <i>Cl. botulinum</i> kolonizasyonuna duyarlı olduğu için balla birlikte alınan bakteri sporu barsakta toksin oluşturabilmekte ve infant botulismusuna neden olabilmektedir (17, 29).

kadar bakteri sayısının korunmasına yardım ettiği belirtilmiştir (74). Başka bir çalışmada bal içerisinde inulobiyoz, kestoz ve nistoz fruktooligosakkaritlerinin bulunduğu ve bunların *Bifidobacterium longum*'un gelişmesini stimüle ettiği bildirilmiştir (41). Balın diyare durdurucu etkisinin barsak florasını düzenlemeye yardımcı olmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır (17).

Balın yüksek karbonhidrat içeriğinin diş çürümelerine sebep olduğu doğrultusundaki çalışmaların

yanında (18), bu etkinin çay şekeri olarak bilinen sukrozunkinden daha düşük olduğu da bildirilmektedir (17). Diş çürüğü meydana getiren mikroorganizmaların balın antibakteriyel etkisi ile inhibe olduğu çeşitli çalışmalarda kanıtlanmıştır (5, 55). Grobler ve ark. (35) balın ve meyve suyunun diş minesinde erozyon meydana getirdiği erozyonu elektron mikroskopu ile incelemişlerdir. Meyve suyu tüketiminden 10 dk. sonra diş minesinde erozyon gözlemlendiği ancak bal tüketiminden 30 dk. sonra bile erozyonun çok zayıf olduğu bildirilmiştir. Araştır-

macılar, balın içindeki kalsiyum, fosfor, florid ve diğer koloidal bileşiklerinin dış minesini erozyondan korumaya yardımcı olduğunu belirtmektedirler (35).

3. Balda Fermentasyon

Bal içinde nektar ve polenden kaynaklanan mantar ve mayaların bulunması doğaldır. Balın su aktivitesi 0.593- 0.637 arasında ölçülmüştür ve bu değer neredeyse bütün mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (70). Ancak balın nem içeriği % 20'yi geçtiğinde balda 2×10^3 - 3×10^4 kob/g düzeyinde bulunan ozmofil mayalar ve mantarlar gelişebilmektedir (70). Ozmofil mayalar, fruktoz ve glukozdan karbondioksit, etanol ve uçucu ya da uçucu olmayan asitler meydana getirip, oksijen ile birlikte asetik asit oluşturabilmektedir. Balda yüksek düzeyde maya, gliserol, butanediol ve etanol bulunması ile birlikte ekşi bir tat ile kendini gösteren bu olaya fermentasyon denir (39, 62). Ozmofilik maya ve mantarların 60 saniyede 80 °C'ye getirilerek 30 saniye bu ısıda tutulan ballarda tamamen inhibe olduğu bulunmuştur (70). Dünyada ozmofilik mayaları inhibe etmek için 63 °C'de 7.5 dakika ve 69 °C'de 1 dakika gibi pastörizasyon uygulamaları yapılmaktadır (15).

Sonuç

Bal, bileşimi bakımından karbonhidrat oranı yüksek, enerji verici bir besin maddesidir. Balın besin değerini arttıran kimyasal bileşikleri bal ile birlikte tüketebilmek için söz konusu maddelerin baldaki miktarlarının korunması gerekmektedir. Hijyenik şartlarda elde edilmiş ve yüksek ısı işlemlerine ihtiyaç duymayacak şekilde işlenmiş olan bal, taze olarak tüketildiğinde yararlı bir besin maddesidir. Derlemenin amacı tüketici bilincini arttırmak olduğu için bal hakkında merak edilen sorular kısaca cevaplanarak sonuç kısmında tablo (Tablo 5) şeklinde sunulmuştur.

Kaynaklar

1. Abu-Jdayil B, Ghzawi AA, Al-Malah KIM, Zaitoun S. Heat effect on reology of light-and dark- colored honey. *Food Chem* 2001; 51: 33-38.
2. Akbay R. Arı ve İpek Böceği Yetiştirme. İkinci Baskı. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1995; s:382.
3. Aksoy Z ve Diğrak M. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Derg* 2006; 18 (4): 471-478.
4. Aljadi AM, Kamaruddin MY. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chem* 2004; 85: 513-518.
5. Allaker RP, Ian Douglas CW. Novel anti-microbial therapies for dental plaque-related diseases. *Int J Antimic Ag* 2009; 33: 8-13.
6. Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Diaz D, Estevez Y, Romandini S, Giampieri F, Damiani E, Astolfi P, Bompadre S, Battino M. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem Toxicol* 2010; 48: 2490-2499.
7. Al-Waili NS, Boni NS. Natural honey lowers plasma prostaglandin concentrations in normal individuals. *J Med Food* 2003; 6 (2):129-133.
8. Aydın BD, Sezer Ç, Oral NB. Kars'ta satışı sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg* 2008; 14(1): 89-94.
9. Bal Tebliği, 2005. www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2005-49.html; Erişim Tarihi: 4 Eylül 2011.
10. Bath KP, Singh N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *Food Chem* 1999; 67: 389-397.
11. Bertocelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem* 2007; 105: 822-828.
12. Bilsel Y, Bugra D, Yamaner S, Bulut T, Cevikbas U, Turkoglu U. Could honey have a place in colitis therapy? Effects of honey, prednisolone, and disulfiram on inflammation, nitric oxide, and free radical formation. *Dig Surg* 2002; 19: 306-311.
13. Bogdanov S. Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *Lebensm Wiss Technol* 1997; 30: 748-753.
14. Bogdanov S, Lullmann C, Martin P, Ohe WVD, Russmann H, Vorwohl G, 2000. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the international honey commission, Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld, Switzerland. www.agroscope.admin.ch; Erişim Tarihi: 8 Eylül 2011.

15. Bogdanov S, Martin P, 2002. Honey authenticity: a review. Swis Bee Resarch Centre, p. 1-20. http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/miel_autenticidad_review_alteraciones.pdf ; Erişim Tarihi: 12 Eylül 2011.
16. Bogdanov S, 2008. Storage, cristallisation and liquefaction of honey. Bee Product Science, www.bee-hexagon.net; Erişim Tarihi: 4 Eylül 2011.
17. Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. Honey for Nutrition and Health: A Review. *J Am Col Nutr* 2008; 27 (6): 677–689.
18. Bowen WH, Lawrence RA. Comparison of the cariogenicity of cola, honey, cow milk, human milk, and sucrose. *Pediatrics* 2005; 116: 921–926.
19. Bölüktepe FE, Yılmaz S. Arı ürünlerinin bilinirliği ve satın alınma sıklığı. *U Bee J* 2008; 8 (2): 53-62.
20. Brudzynski K, Kim L. Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. *Food Chem* 2011; 126: 1155–1163.
21. Brudzynski K, Miotto D. The relationship between the content of Maillard reaction-like products and bioactivity of Canadian honeys. *Food Chem* 2011; 124: 869–874.
22. Brudzynski K, Miotto D. The recognition of high molecular weight melanoidins as the main components responsible for radical-scavenging capacity of unheated and heat-treated Canadian honeys. *Food Chem* 2011; 125: 570–575.
23. Cavia MM, Fernandez-Muino MA, Alonso-Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chem* 2007; 100: 1728–1733.
24. Codex Alimentarius Commission Standards 2001. Draft revised standart for honey (at step 10 of the Codex procedure). *Alinorm 01/25 19, 26*; Erişim Tarihi: 4 Eylül 2011.
25. Cooper RA, Molan PC, Harding KG. Antibacterial activity of honey against strains of *Staphylococcus aureus* from infected wounds. *J R Soc Med* 1999; 92: 283-285.
26. Council Directive of the European Union: Council Directive 2001/110/EC of 20 december 2001 relating to honey. *Off J Eur Commun* 2002, 47- 52; Erişim Tarihi: 11 Eylül 2011.
27. Definition and uses of honey 2009. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0842e/i0842e10.pdf> ; Erişim Tarihi: 14 Eylül 2011.
28. Doğan A, Kolankaya D. Protective effect of Anzer honey against ethanol-induced increased vascular permeability in the rat stomach. *Exp Toxicologic Pathology* 2005; 57: 173–178.
29. Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Birinci Basım. Ankara. Pozitif Matbaacılık, 2007; s. 145.
30. Etzold E, Lichtenberg-Kraag B. Determination of the botanical origin of honey by Fourier-Transformed İnfrared Spectroscopy: An approach for routine analysis. *Eur Food Res Technol* 2007; 227 (2): 579-586.
31. Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chem* 2004; 85: 305–313.
32. French VM, Cooper RA, Molan PC. The antibacterial activity of honey against coagulase-negative staphylococci. *J Antimic Chemotherapy* 2005; 56: 228–231.
33. Gheldof N, Wang XH, Engeseth NC. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 5870-5877.
34. Gonzales AP, Burin L, Buera MP. Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Res Int* 1999; 32: 185-191.
35. Grobler SR, du Toit IJ, Basson NJ. The effect of honey on human tooth enamel in vitro observed by electron microscopy and microhardness measurements. *Arch Oral Biol* 1999; 39: 147–153.
36. Güleç M. Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı İllerden Toplanan Bal Örneklerinde Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye, 2007.
37. Guler A, Bakan A, Nisbet C, Yavuz O. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum*

- officinarum L.) syrup. *Food Chem* 2007; 105: 1119–1125.
38. Haroun MI. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Ankara- Türkiye, 2006.
 39. Huidobro JF, Rea ME, Mato I, Muniategui S, Fernandez-Munio MA, Sancho MT. Variation of apparent ethanol content of unspoiled Northwestern Spanish honeys during storage. *Food Chem* 2001; 73: 417-420.
 40. İnal Ş, Güçlü F. Arı Yetiştiriciliği ve Hastalıkları. Birinci Baskı. Konya: Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, 1998; s. 82.
 41. Jan Mei S, Mohd Nordin MS, Norrakiah AS. Fructooligosaccharides in honey and effects of honey on growth of *Bifidobacterium longum* BB 536. *Int Food Res J* 2010; 17: 557-561.
 42. Kahraman T, Buyukunal SK, Vural A, Altunatmaz SS. Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chem* 2010; 123: 41–44.
 43. Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başpınar N, Tiftik MA. *Biyokimya*. 3. Basım. Ankara: Nobel Yayın, 2006; s. 373.
 44. Kayacier A, Karaman S. Balların Reolojik Karakterizasyonu. Türkiye 10. Gıda Kongresi; Mayıs 21-23, 2008; Erzurum- Türkiye
 45. Khalil MI, Sulaiman SA, Gan SH. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. *Food Chem Toxicol* 2010; 48: 2388–2392.
 46. Kilicoglu B, Kismet K, Koru O, Tanyuksel M, Oruc MT, Sorkun K, Akkus MA. The scolicidal effects of honey. *Adv Ther* 2006; 23: 1077-1083.
 47. Korkmaz A, Kolankaya D. Anzer honey prevents N-ethylmaleimide-induced liver damage in rats. *Exp Toxicol Pathology* 2009; 61: 333–337.
 48. Kucuk M, Kolayli S, Karaoglu S, Ulusoy E, Baltaci C, Candan F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem* 2007; 100: 526–534.
 49. Lachman J, Orsak M, Hejtmankova A, Kovarova E. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Lebensm Wiss Technol* 2010; 43: 52–58.
 50. Levine M, Conry-Cantilenat C, Wang Y, Welch RW, Washko PW, Dhariwal KR, Park JB, Lazarev A, Graumlich JF, Kings J, Cantilena LR. Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: Evidence for a recommended dietary allowance. *Proc Natl Acad Sci* 1996; 93: 3704-3709
 51. Malika N, Mohamed F, Chakib EA. Antimicrobial activities of natural honey from aromatic and medicinal plants on antibio-resistant strains of bacteria. *Int J Agri Biol* 2004; 6 (2): 289- 293.
 52. Mandal MD, Mandal S, Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pac J Tropical Biomed* 2011; doi:10.1016/S2221-1691(11)60016-6.
 53. Mohapatra DP, Thakur V, Brar SK. Antibacterial efficacy of raw and processed honey. *Biotechn Res Int* 2011; Article ID 917505, 6 pages doi:10.4061/2011/917505.
 54. Molan PC, 2001. Honey as a topical antibacterial agent for treatment of infected wounds. <http://www.worldwidewounds.com/2001/november/Molan/honey-as-topical-agent.html>; Erişim Tarihi: 28 Eylül 2011.
 55. Molan PC. The potential of honey to promote oral wellness. *Gen Dent* 2001; 49 (6): 584-589.
 56. Nagai T, Sakai M, Inoue R, Inoue H, Suzuki N. Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food Chem* 2001; 75: 237–240.
 57. Nombre I, Schweitzer P, Boussim JI, Rasolodimby JM. Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *Afr J Food Sci* 2010; 4(7): 458 – 463.
 58. Öder E. Uygulamalı Arıcılık. Birinci Baskı. Bornova İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 2006; s. 642.
 59. Pridal A, Vorlova L. Honey And Its Physical Parameters. *J Anim Sci* 2002; 47 (10): 439–444.
 60. Ramirez Cervantes MA, Gonzales Novelo SA, Sauri Duch E. Effect of temporary thermic treatment of honey on variation of quality of the same during storage. *Apiacta* 2000; 35(4): 162–170.

61. Rios AM, Novoa ML, Vit P. Effects of extraction, storage conditions and heating treatment on antibacterial activity of *Zanthoxylum fagara* honey from, Cojedes, Venezuela. *Rev Cientifica* 2001; 11 (5): 397-402.
62. Ruoff K, Bogdanov S. Authenticity of honey and other bee products. *Apiacta* 2004; 38: 317-327.
63. Ruoff K, Iglesias MT, Luginbuhl W, Bosset J-O, Bogdanov S, Amad`O R. Quantitative analysis of physical and chemical measurands in honey by Mid-Infrared Spectrometry. *Eur Food Res Technol* 2006; 223: 22-29.
64. Sanz ML, Dolores Del Castillo M, Corzo N, Olano A. 2-Furoylmethyl amino acids and Hydroxymethylfurfural as indicators of honey quality. *J Agric Food Chem* 2003; 51: 4278-4283.
65. Subramanian R, Umesh Hebbar H, Rastogi NK. Processing of honey: a review. *Int J Food Prop* 2007; 10(1): 127 – 143.
66. Sunay AE, Boyacıoğlu D. Aminoasit Profili ile Balda Orijin Tespiti. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; Mayıs, 21-23, 2008; Erzurum- Türkiye.
67. Stephens MJ, Schlothauer RC, Morris BD, Yang D, Fearnley L, Greenwood DR, Loomes KM. Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand manuka and kanuka honeys. *Food Chem* 2010; 120: 78-86.
68. Sahinler N, Gul A, Akyol E, Oksuz A. Heavy metals, trace elements and biochemical composition of different honey produce in Turkey. *Asian J Chem* 2009; 21(3): 1887-1896.
69. Tonks AJ, Cooper RA, Jones KP, Blair S, Patron J, Tonks A. Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokine* 2003; 21: 242-247.
70. Tosi EA, R'e E, Lucero H, Bulacio L. Effect of honey high temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. *Lebensm Wiss Technol* 2004; 37: 669-678.
71. Tosi E, Martinet R, Ortega M, Lucero H, R'e E. Honey diastase activity modified by heating. *Food Chem* 2008; 106: 883-887.
72. Turhan I, Tetik N, Karhan M, Gurel F, Tavukcuoglu HR. Quality of honeys influenced by thermal treatment. *Lebensm Wiss Technol* 2008; 41: 1396-1399.
73. Turkmen N, Sari F, Poyrazoglu ES, Velioglu YS. Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chem* 2006; 95: 653-657.
74. Ustunol Z, 2000. The effect of honey on the growth of bifidobacteria. Report for the National Honey Board 1-8, [http:// www.honey.com/downloads/bifido.pdf](http://www.honey.com/downloads/bifido.pdf); Erişim tarihi: 25 Ekim 2011.
75. Wang XH, Andrae L, Engeseth NJ. Antimutagenic effect of various honeys and sugars against Trp-p-1. *J Agr Food Chem* 2002; 50: 6923-6928.
76. Wang XH, Gheldof N, Engeseth NC. Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey. *J Food Sci* 2004; 69 (2): 96-101.
77. Weston RJ. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. *Food Chem* 2000; 71: 235-239.
78. White JW, Kushnir I, Subers MH. Effect of storage and processing temperatures on honey quality. *Food Technol* 1964; 18(4): 153-156.
79. White JW. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee World* 1994; 75(3): 104-117.
80. Yanniotis S, Skaltsi S, Karaburnioti S. Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *J Food Eng* 2006; 72: 372-377.
81. Zeina B, Othman O, Al- Assad S. Effect of honey versus thyme on Rubella virus in survival vitro. *J Altern Complement Med* 1996; 2: 345-348.

Yazışma Adresi:

Öğr. Gör. Fulden KARADAL
Niğde Üniversitesi
Ulukışla Meslek Yüksekokulu,
Ulukışla NİĞDE
Telefon: 0388 5118586
E- posta: fkaradal@nigde.edu.tr