



İspir Yöresinin Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Some Physical Chemical Properties of Honey of Ispir Region

Medine ÖZKAN¹ 

Ahmet DODOLOĞLU¹ 

¹: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmada; Erzurum ili İspir ilçesinin dört farklı bölgesinden alınan 2023 yılı ürünü toplam 21 adet bal numunesinin bazı fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada; nem, invert şeker, sukroz, prolin sayısı, diyastaz aktivitesi ve hidroksi metil furfural (HMF) tayinleri yapılmıştır. İncelemede kullanılan bal numuneleri cam kavanozlar içerisinde karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 1 ay muhafaza edilmiştir.

Laboratuvar analiz sonuçlarından edilen verilerden; nem %16,62, prolin içeriği 974,19, glukoz oranı %32,93, fruktoz oranı %39,24, sükroz oranı %0,73, diyastaz aktivitesi 30,76 ve HMF (Hidroksi metil furfural) içeriği 7,82 değerleri bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalardaki bal standartlarına uygunluk göstermektedir.

Araştırma sonuçlarına göre; İspir yöresinde üretilen balların fizikokimyasal özelliklerinin standartlara uygun olduğu tespit edilmiş olup, genel olarak balların kalite özelliklerini belirlemede; laboratuvar analiz yöntemlerinin güvenilir ve gerekli olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bal, İspir, Fizikokimyasal özellikler

ABSTRACT

In this study; Some physicochemical properties of a total of 21 honey samples, produced in 2023, taken from four different regions of İspir district of Erzurum province, were investigated. In the research; Moisture, invert sugar, sucrose, proline number, diastase activity and hydroxy methyl furfural (HMF) determinations were made. Honey samples used in the analysis were stored in glass jars in a dark environment at room temperature for 1 month.

From the data obtained from laboratory analysis results; The values of moisture were 16.62%, proline content 974.19, glucose rate 32.93%, fructose rate 39.24%, sucrose rate 0.73%, diastase activity 30.76 and HMF (Hydroxy methyl furfural) content 7.82. The results obtained from this study comply with the honey standards in previous studies.

According to the research results; It has been determined that the physicochemical properties of honey produced in the İspir region comply with the standards, and in general, in determining the quality characteristics of honey; Laboratory analysis methods appear to be reliable and necessary.

Keywords: Honey, Ispir, Physicochemical properties

GİRİŞ

Bal, bölgelere göre önemli bir farklılık göstermektedir. Ülkemizin farklı iklim koşullarına sahip olması nedeniyle çok çeşitli ballar üretilmesine olanak vermektedir. İspir ilçesinde arıcılıkla faaliyetlerinin yoğun bir şekilde yapılıyor olması adı geçen ilçenin çevresinin yağışlı ve ılıman ile sert bir iklim arasında bulunması mikro klima olma özelliği kazandırmaktadır. Bu nedenle arıcılık için önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Bu çalışmada ile İspir yöresinin farklı bölgelerinden alınan balların kalite özellikleri belirlenerek, farklı çevresel koşulların etkileri araştırılmıştır.



Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş Tarihi/Received 13.08.2024
Kabul Tarihi/Accepted 16.09.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 12.02.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Ahmet DODOLOĞLU

E-mail: dodol@atauni.edu.tr

Cite this article: Özkan, M. & Dodologlu, A. (2025). Determination of Some Physical Chemical Properties of Honey of Ispir Region. *Journal of Animal Science and Economics*, 4(1), 20-26.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Daha önce yapılan çalışmalardan da anlaşıldığına göre; her bölgenin kendine has özellikte ballarının olduğu ve yöreye göre balların bileşimlerinde değişiklikler olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışma; İspir ilçesinde üretilen balların analitik özelliklerinin ortaya konulması ve Erzurum ve diğer çevre ilçelerinde üretilen ballar ile farklılıklarının tespiti ile birlikte, İspir balının TKG standartlarına uygunluğu tespit edilmiştir. İspir'in kendine has bir iklime sahip olması ve yörede yoğun olarak arıcılık ile uğraşılıyor olmasının yanında, İspir'de üretilen balların kalitesi ile ilgili çok az çalışmanın yapılmış olması, bu araştırmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye zengin florası ve arı varlığı bakımından genetik çeşitliliği sayesinde kovan sayısı ve toplam bal üretimi ile önde gelen arıcılık faaliyetlerinin yapıldığı ülke konumundadır. Ülkemiz bölge koşullarına uyum göstermiş arı ırk ve ekotiplerine sahip olup, 10.000'in üzerinde doğal çiçekli bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye coğrafyasının iklim ve şekil olarak bölgesel farklılıklara sahip olması arıcılık potansiyeli bakımından da değişikliklere sebep olmaktadır (Genç & Dodoloğlu, 2002). Örneğin; ülkemizde koloni sayısı açısından ilk sırada Muğla yer alıp bunu Ordu ve Adana takip etmektedir. 2023 yılında ülkemizin toplam kovan sayısı 9.224.881 olup, toplam bal üretimi 114.886 tondur. Bal üretiminde Ordu ardından da Adana yer alırken, bal verimi açısından (kg/koloni) Kocaeli, Ordu ve Adana ilk sıralarda yer alan iller arasındadır. Erzurum ise 2857 ton bal üretimi ile 8.sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023).

Türk Gıda Kodeksinin (TGGK) 2005/49 sayılı Bal Tebliği'nde bal şu şekilde tanımlanmaktadır; bitkiler tarafından salgılanan nektarın arılar tarafından bal midelerinde depo edildikten sonra arıların kendine özgü maddeleri de ekleyerek değişikliğe uğratarak nem içeriğini düşürdükten sonra petek gözlerine depoladıkları tatlı bir ürün olarak ifade edilmektedir. Dünyanın birçok bölgesinde üretilen bal, en eski besinlerden biri olarak bilinir. Hiçbir müdahale edilmeden, doğada üretildiği gibi tüketilen, nem içeriği düşük ve yüksek şeker içeriğine sahip, bozulmadan depolanabilen bir besin maddesidir (Genç & Dodoloğlu, 2002).

Bal, doğada üretildiği gibi saklanıp kullanılabilen tek tatlandırıcı madde olarak bilinip, bal arıları tarafından çiçeklerin özsuyunun alınıp bal midesinde bir takım kimyasal değişikliğe uğratarak petek gözlerine depolanıp, neminin büyük oranda azaltılması sonucu meydana getirilen tatlı bir besin maddesidir (White JR, 1978; Erdoğan ve ark., 2004). Balın birleşimi, faydalanılan bitki kaynağına, mevsimsel etkilere, çevre koşulları ve arıcının uygulamalarına göre değişse de (Anklam, 1998), içerik olarak bal; su, karbonhidrat (Siddiqui, 1970; Doner, 1977), aminoasit (Kivrak, 2015), protein (Bogdanov ve ark., 2008a), organik asit (Daniele ve ark., 2012), mineral maddeler (Küçük ve ark., 2007) ve diğer bileşiklerden (tat ve aroma, şeker alkoller, pigmentler,

taninler, enzim, vitaminler (Ciulu ve ark., 2011)) meydana gelen bir maddedir (Bogdanov ve ark., 2008a; Aloglu ve ark., 2017). İçerdiği birleşiklerin yanında bal, antibakteriyel, antiviral, antiparaziter, antioksidan, antimutajenik, antitümör ve antiinflamatuvar etkileri (Bagdanov ve ark., 2007; Küçük ve ark., 2007)) ile insan sağlığı açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Geçmişten günümüze balın destekleyici ve tedavi edici özelliğe sahip bir besin maddesi olduğuna inanılmış, nitekim birçok çalışma ile bu kanıtlanmıştır (Bagdanov ve ark., 2008b). Süzme bal ortalama olarak; %17,20 nem, %79,59 şeker (%38,19 fruktoz, %31,28 glukoz, %1,31 sükroz, %7,31 maltoz ve diğer indirgenmiş şekerler), %0,57 asitler, %0,26 protein, %0,17 mineral maddeler, %2,21 diğer bileşikler (pigmentler, tat ve aroma maddeleri, enzimler, vitaminler, taninler, şeker alkoller) içermektedir. Balın kalitesini gösteren birtakım standart kriterler vardır. Bu standartlar; nem (en fazla) %20, sükroz (en fazla) %5, fruktoz+glukoz (en az) %65, diyastaz sayısı (en az) 8, prolin (en az) 300 mg/kg, HMF (en fazla) 40 mg/kg olacak şekilde Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nce belirlenmiştir.

Erzurum ili sınırları içerisinde bulunan İspir ilçesinde üretilen balların kalite kriterlerini (fruktoz, glukoz, sükroz, HMF, prolin, diyastaz ve nem) belirlemek üzere bu çalışma yapılmıştır.

YÖNTEM

Bal Numunelerinin Toplanması ve Depolanması

Bu çalışmada kullanılacak olan bal örnekleri 2023 yılında İspir ilçesi sınırları içinde üretilen 4 farklı bölgeden toplanmıştır; 1. Bölge-A (Aksu, Başköy, Özlüce), 2. Bölge-B (Numanpaşa, Devedag, Yavuzlar), 3. Bölge-C (Çiçekli, Başpınar, Armutlu) ve 4. Bölge-D (Petekli, Köprüköy, Cankurtaran) olmak üzere, her bölgeden 5 örnek, her örnekten 300'er gram numune üreticiden bizzat alınmıştır. Örnekler cam kavanozlara konularak bir ay süreyle oda sıcaklığında depo edildikten sonra bazı fizikokimyasal özellikleri analizlere tabi tutulmuştur.

Araştırmada kullanılan numunelerin; nem içerikleri, glukoz, sükroz, fruktoz, HMF, diyastaz sayısı ve prolin olmak üzere kimyasal özellikleri analiz edilmiştir.

Nem içeriği tayini

Balların nem içerikleri refraktometrik metot ile TS 13365'e göre yapılmıştır (TS 3036 2010). Ballarda nem oranı refraktometre ile tespit edilmiştir. Bal numunesinden az bir miktar refraktometrenin prizma yüzeylerinin arasına konulduktan sonra balın optik kırılma indeksi okunarak nem miktarı tespit edilmiştir.

Refraktometre hazırlandıktan sonra kalibre edilmiştir. Bal numunesi homojenize edildikten sonra baldan 1 damla alınarak altta bulunan temiz ve kuru prizma yüzeyine

konulmuştur. Numunenin bulunduğu prizmanın kapağı dikkatli bir şekilde kapatıldıktan sonra skaladan kırılma indeksi virgülden sonra 4. haneye kadar okunmuş ve kaydedilmiştir. Kırılma indisi değerinin karşılığı olan % rutubet (nem) miktarı olarak tespit edilmiştir.

Diyastaz sayısı tayini

Diastaz sayısı tayini IHC (International Honey Commission, 2009) göre yapılmıştır. Balın diastaz aktivitesi fotometrik metod ile belirlenmiştir. Nişastanın çözünmeyen çapraz bağlı mavi renkli formu substrat olarak kullanılmıştır. Bu substrat enzim tarafından hidroliz edilmiştir. Sonuçta mavi renkli suda çözünen parçalar 620 nm'de fotometrik olarak belirlenmiştir. Çözeltinin absorpsiyonu bal örneğinin diastaz aktivitesini direkt oranı olarak belirlenmiştir.

Her bir bal örneği 3 dakikadan az olmamak üzere kuvvetli bir şekilde karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. 100 ml'lik beher içerisinde homojen hale getirilmiş 1 gram bal tartılmıştır. Asetat tampon çözeltisi ile çözündürülerek, bu çözelti 100 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Daha sonra hacim yine Asetat tampon çözelti ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Balon jöjenin kapağı kapatılarak iyice tersyüz edilerek çözelti homojen hale getirilmiştir. Analiz bir saat içerisinde tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 5 ml santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Kör numune için ise diğer bir santrifüj tüpüne, 5 ml asetat tampon çözelti otomatik pipet kullanılarak aktarılmıştır. Bu iki santrifüj tüpü 40 °C' lik su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Sonra pens yardımıyla her bir santrifüj tüpüne birer adet Phadebas tablet eklenmiştir. Tüplerin kapağı kapatılarak 10 sn süreyle vortekslenerek tabletlerin iyice çözündürülmesi sağlanmıştır. Santrifüj tüpleri tekrar 40°C'lik su banyosunda 30 dk bekletildikten sonra 1 ml 0,5 NaOH çözeltisi eklenerek reaksiyon sonlandırılmıştır. Daha sonra 5 sn süre ile vortekslenmiştir. Santrifüj tüpleri 3660 devirde 5 dk santrifüj edilmiştir. Süzüntüden veya santrifüj edilen tüplerin üst kısmından mikropipet yardımıyla 1 cm 'lik spektrofotometre küvetlerine doldurularak 620 nm dalga boyunda saf suya karşı absorpsiyon değerinden çıkarılmıştır. Diyastaz sayısı aşağıdaki formüller ile bulunmuştur.

$$DN = 28,3 \times \Delta A_{620} + 2,64$$

$$DN = 35,2 \times \Delta A_{620} - 0,46$$

HMF (hidroksimetil Furfural) tayini

Hidrosi-metil-furfural tayini IHC (International Honey Commission, 2009) göre yapılmıştır. Balın HMF düzeyi barbutirik asit p-toluidin kullanılarak test edilmiştir.

Örnek solüsyon hazırlığı;

10 g'lık bal örneği tartıldıktan sonra 20 ml saf su içinde ısıtılmadan çözülmüştür. Elde edilen çözelti 50 ml'lik balon jöjeye aktarılarak üzerine 1 ml'lik carrez-1 eklenip iyice karıştırılmıştır. Daha sonra 1 ml'lik carrez-2 eklenip birkaç

kez karıştırıldıktan sonra saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Köpük oluşumunu önlemek amacıyla bir damla etanol katılmıştır. Ardından süzgeç kâğıdında süzümüştür. 10 ml'lik kısım atılmıştır, geri kalan kısım çabucak süzülüp bitirilmiştir.

Renk geliştirme ve fotometrik tayin

Her bir tüpe (iki tüp) 2'şer ml örnek solüsyonu ve 5'er ml para-toluidin çözeltisi konulmuştur. Blank olarak kullanılan tüpe 1 ml saf su, diğerine 1 ml barbutirik asit ilave edilip sarsmadan karıştırılmıştır. Zaman kaybedilmeden 1-2 dk içerisinde okuma yapılmıştır. 3-4 dk sonra barbutirik asit eklenen solüsyonda renk yoğunluğu maksimum düzeye ulaştığından köre karşı 1 cm'lik küvette 550 nm'de en kısa sürede ölçüm yapılmıştır.

Hesaplama;

$$HMF = (192 \times A \times 10) / \text{Ağırlık (alınan bal miktarı)}$$

A: Spektrofotometrede okunan absorpsiyon

192 rakamı: Seyreltme faktörü ve extinction katsayısı

Sonuç mg/kg olarak ve ondalıklı olarak verilmiştir.

Prolin tayini

Her örnekten 5 g kadar bal tartıldıktan sonra 100 ml'lik balon jöjenin içerisine konulup destile su içinde çözülmüş karışım 100 ml'ye tamamlanmıştır. Reaksiyon tüplerinin içerisine sırasıyla 0,5 ml bal çözeltisi, 0,5 ml distile su (kör), 0,5 ml prolin standart çözelti konulmuştur. Her tüpe 1 ml formik asit ve 1 ml ninhidrin çözeltisi ilave edilmiştir ve tüpler kapakları kapatılarak dikkatli ve hızlı bir şekilde 15 dk karıştırılmıştır. Kaynar su banyosunda 15 dk ardından, 70°C'lik su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Her bir tüpe 5 ml propanol-su çözeltisinden ilave edilmiştir. 70°C'lik su banyosundan çıkardıktan 45 dakika sonra yaklaşık 510 nm dalga boyunda 1 cm küvetler kullanılarak maksimum absorpsiyon ölçümü yapılmıştır.

$$\text{Prolin (mg/kg)} = \frac{E_s}{E_a} \times \frac{E_1}{E_2} \times 80$$

Es: Örnek Çözeltisinin absorpsiyonu

Ea: Prolin standart çözeltisinin absorpsiyonu

E1: Standart prolin çözeltisi için alınan mg prolin

E2: Bal miktarı (g)

80: Seyreltme faktörü

Fruktoz-Glukoz-Sükroz Şeker Tayini

Balın şeker tayini yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi ile yapılmıştır. (TS 13359 2008) Şeker analizi Anonymous (1990) ve Bogdanov (2002) tarafından önerilen HPLC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

5 gram (5 ml) örnek 0,1 hassasiyetli tartım ile tartılmış ve 40 ml su içerisinde çözülmüştür. Pipetle 25 ml metanol, 100 ml'lik balon jöje içerisine konulmuş ve bal solüsyonu da

üzerine transfer edilmiştir. Su ile hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Membran filtre ile filtre edilmiştir. 1000, 1500 ve 2000 ppm'lik standart glukoz, fruktoz ve sükroz standartları hazırlanarak HPLC cihazına enjeksiyonu yapılmış ve kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir.

Sonuçların seyreltme faktörü göz önünde bulundurularak çalışma standartlarının kalibrasyon eğrisine göre hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi, tanımlayıcı istatistikler IBM SPSS 26.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan bal örneklerinde belirlenen nem oranı en düşük %14,7, en yüksek %18,2 ve ortalama %16,41 olarak bulunmuştur. TGK Bal Tebliği'nde göre balın nem içeriği %20 den çok olmaması gerektiği bildirilmiştir. Balın su içeriği, balın raf ömrünü ve olgunluğunu belirlemede önemli bir kriterdir. Balın nem içeriği iklim koşullarına bağlı bir parametre olup, üretim yılı veya üretim mevsimi ve olgunluk derecesine bağlıdır (White, 1978). Bu çalışmada analiz edilen bütün bal örneklerinin nem oranı %20'nin altında olup, bal standartlarına uygun bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; balın nem oranı önceki çalışma sonuçlarına yakın sonuçlar elde edilmiş olup (Tosun & Keleş, 1999; Şengül ve ark., 2023) diğer bazı çalışmaların sonuçlarından (%17,0, %22,3, %20,5) ise düşük çıkmıştır (Hepsağ, 2019; Akgün, 2019; Sorkun ve ark., 2002; Demir, 2022).

Glukoz oranları belirlenen bu çalışmada bal örneklerinin glukoz oranı en düşük %26,63, en yüksek %36,05 ve ortalama %32,93 olarak bulunmuştur. Balda en fazla bulunan iki şeker fruktoz ve glukoz şekerlerdir. Bu iki monosakkarit nektarda ve bitkilerin üzerinde olan salgılarda bulunan sükrozun, invertaz enzimi ile dönüşümünden oluşur. (Gündoğan, 2009; Turan, 2012; Bayrambaş, 2012). Balın tatlılığı, viskozitesi, enerji değeri, higroskopik özelliği gibi özellikler bu iki şekerden kaynaklanmaktadır (Bayrambaş, 2012). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; balların glukoz oranı standartlara uygun bulunmuş olup, önceki çalışmaların sonuçları (%35,5, %29,95, %31,87, %27,40) ile benzerlik göstermektedir (Esti ve ark., 1997; Çavrar ve ark., 2013; Batu ve ark., 2013; Demir, 2022). Baldaki glukoz şekeri oranı alt ve üst değerler %24-40 olmak üzere ortalama olarak %31,3 olmalıdır (Bogdanov ve ark., 2008a). Buna göre glukoz oranı alt değere yakın sadece bir örnekte (%26,63) çıkmıştır.

Ballarda genellikle fruktoz, glukozdan fazla miktarda bulunur ancak kolza ve karahindiba çiçeği ballarında glukoz miktarı daha fazla olabilmektedir (Bayrambaş, 2012, Cavia ve ark., 2002; Devillers ve ark., 2004). Balın çeşidi ve üretim

yerine bağlı olarak şeker oranı da değişebilmektedir. Bal standartlarına göre invert şeker olan glukoz ve fruktoz toplam oranı en az %65 olmalıdır. Bu çalışmanın analiz sonuçlarına göre fruktoz oranı en düşük %32,53, en yüksek %41,18 ve ortalama %39,24 olarak bulunmuştur. Baldaki fruktoz şekeri oranı alt ve üst değerler %30-45 olmak üzere ortalama olarak %38,2 olmalıdır (Bogdanov ve ark., 2008a). Buna göre bu çalışmada bütün bal örneklerinin fruktoz oranları standartlara uygun bulunmuştur.

Bal standartlarına göre balın içerisindeki sükroz oranı %5'i geçmemelidir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre sükroz oranı en düşük %0,04, en yüksek %5,21 ve ortalama %0,73 olarak bulunmuştur. Baldaki sükroz şekeri oranı alt ve üst değerler %0,1-4,8 olmak üzere ortalama olarak %0,7 olmalıdır (Bogdanov ve ark., 2008a). Bu çalışma sonuçlarına göre; 21 numuneden 1 tanesi Bal Standardı dışında kalmış olup (%5,21) geri kalan bütün numuneler Bal Standartlarına uygun bulunmuştur. Buna göre bal numunelerinin ortalama fruktoz-glukoz-sükroz oranı, önceki çalışmaların sonuçları %40,6, %35,5, %1,09 (Esti ve ark., 1997), %41,88, %31,87, %4,45 (Batu ve ark., 2013), %39,5, %29,95, %0,13 (Çavrar ve ark., 2013), %36,23, %27,40 (Demir, 2022) ile uyumlu bulunmuştur.

Hidroksi metil furfural ısı işlem sonucu balda ortaya çıkan bir üründür. Balın kristalizasyona uğramasını engellemek için uygulanan pastörizasyon gibi ısı uygulamaları, balın HMF düzeyini arttırmaktadır (Tosi ve ark., 2002). Isıl işlemler balın içeriğinde bulunan besin öğelerini, diastaz sayısını, vitamin seviyesini azaltırken HMF içeriğini arttırmaktadır. Bu nedenler Diastaz sayısı ve HMF içeriği bala ısı işlem uygulandığı hakkında bize bilgi verir (Çınar, 2010). Taze ballarda HMF az bulunur, dolayısıyla yüksek düzeyde olması istenen bir kalite kriteri değildir (Yıldız ve ark., 2010). Hasat sonrası ısıtma, balın muhafaza süresi, depolama sıcaklığı ve pH, balın HMF düzeyini arttıran faktörlerdendir (Ulusoy, 2010). TGK'nın 2012/58 sayılı Bal Tebliği'nde balın içerisindeki HMF düzeyi, 40 mg/kg geçmemesi gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2012). Bu çalışmanın analiz sonuçlarına göre; bal örneklerinin HMF miktarları en düşük 1,81 mg/kg, en yüksek 18,67 mg/kg ve ortalama 7,82 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar TGK standartlarına uygun bulunmuş olup önceki başka çalışma (19,2 mg/kg, 28,6 mg/kg, 24,1 mg/kg, 9,7 mg/kg) sonuçlarından düşük çıktığı tespit edilmiş olup (Küçük ve ark., 2007; Tosun & Keleş, 1999) bazı çalışmalarla da uyumluluk göstermiştir (Hepsağ, 2019; Turan, 2012). Bu araştırma sonuçlarına göre HMF düzeyleri standartlara uygun bulunmuş olsa da bazı çalışma sonuçlarına (1,3 mg/kg, 5,5 mg/kg, 0,90 mg/kg) nazaran yüksek düzeyde bulunmuştur (Batu ve ark., 2013; Akgün, 2019; Şengül ve ark., 2023). Balların HMF düzeylerinin yükselmiş olması, balın uygun olmayan koşullarda bekletildiğini düşündürmektedir.

Tablo 1. İspir Ballarının Bölgelere Göre Analiz Sonuçları**Table 1.** Analysis Results of İspir Honey by Regions

BÖLGE	Nem (%)	Fruktoz (%)	Glukoz (%)	Sükroz (%)	Diyastaz Sayısı	Prolin (mg/kg)	HMF (mg/kg)
A (n=5)	16,26	37,79	32,06	1,53	26,76	888,80	7,46
B (n=5)	16,52	39,40	33,03	0,47	30,71	1031,40	6,82
C (n=6)	16,77	39,71	33,15	0,51	31,59	974,67	7,73
D (n=5)	16,04	39,96	33,44	0,29	33,82	1001,80	9,30
Ortalama (n=21)	16,42±0,19	39,24±0,44	32,93±0,45	0,73±0,29	30,76±2,24	974,19±69,79	7,82±0,87

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; balın diyastaz aktivitesi sonuçları en düşük 8,36, en yüksek 44,77 ve ortalama 30,76 olarak bulunmuştur. 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin, 38-40°C sıcaklıkta bir saat boyunca parçaladığı nişasta miktarını ifade eden diastaz sayısı, ısı işlemi sonucu düşmektedir (Nombre ve ark., 2010). TGK'ya göre diyastaz sayısı en az 8 olması gerektiği ancak turuncgil ballarının enzim içeriği düşük olduğu için diastaz sayısının bu ballarda en az 3 olması gerektiği belirlenmiştir. Bal standartlarına göre örneklerin diyastaz aktivitesi uyumlu bulunmuştur. Baldaki diyastaz aktivitesi, diğer çalışmaların (17,97, 22,68, 16,8-20,3, 17,9, 28,3, 40,0, 20,45) sonuçlarından (Velioglu ve ark., 1983; Sorkun ve ark., 2002; Terrab ve ark., 2002; Küçük ve ark., 2007; Hepsağ, 2019; Demir, 2022; Şengül ve ark., 2023) yüksek çıkmıştır. Prolin içerikleri analiz edilen çalışmada en düşük 417 mg/kg, en yüksek 1449 mg/kg ve ortalama 974,19 mg/kg olarak bulunmuştur. Balda birçok aminoasit bulunur. Lisin, fenilalanin, arjinin, serin, glutamin, aspartik asit, glutamik asit ve prolin bu aminoasitlerden bazılarıdır. En yüksek düzeyde bulunan aminoasit ise prolindir (Karadal & Yıldırım, 2012). Bu aminoasit miktarı ile şeker şurubu ile nektardan beslenen arılardan elde edilen balların ayırt edilmesinde önemli bir kriterdir (Guler ve ark., 2007; Karadal & Yıldırım, 2012). Türk Gıda Kodeksine göre 1000 g balda en az 300 mg prolin bulunmalıdır. Ayrıca uygun olmayan koşullarda balın uzun süre muhafazası durumunda prolin miktarında düşme meydana gelmektedir. (Sanz ve ark., 2003). TGK standartlarına göre balların prolin içerikleri uygun bulunmuştur. Bu çalışmada balların prolin içerikleri, önceki çalışmaların (556,3 mg/kg, 22,8 mg/kg, 15,8-300 mg/kg, 98,9 mg/kg) prolin düzeylerinden yüksek bulunmuştur (Başoğlu ve ark., 1996; Tosun & Keleş, 1999; Terrab ve ark., 2002; Meda ve ark., 2005). Bazı çalışma sonuçlarıyla da (665 mg/kg, 437 mg/kg, 812,106-1139,767 mg/kg, 923 mg/kg) benzerlik göstermiştir (Truzzi ve ark., 2014; Can ve ark., 2015; Hotaman, 2015; Akgün, 2019).

Tablo 1'de İspir'in 4 farklı bölgesinden alınan 5'er örneğin bölgesel olarak ortalama fizikokimyasal özellikleri gösterilmiştir. Dört farklı bölgenin ortalama değerleri şu şekildedir; nem %1,42, fruktoz %39,24, glukoz %32,93,

sükroz %0,73, diyastaz sayısı 30,76, prolin 974,19 mg/kg ve HMF 7,83 mg/kg olarak bulunmuştur

SONUÇ

Ülkemizde kaliteli balların üretildiği Erzurum ili içerisinde bulunan İspir yöresinin mikro klima iklimi, popüleritesi bulunun Anzer yaylasına komşu olması nedeniyle bu çalışma daha da farklı bir önem kazanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre;

Genel elde toplanan örnekler üzerinden bir değerlendirme yapıldığında; ispir ilçesinde üretilen balların kaliteli ballar sıralamasında ön sıralarda olduğu sonucunu laboratuvar çalışmalarına dayanarak ifade edebiliriz.

Bu çalışmadan elde edilen balların nem oranı değerleri ortalama olarak oranı en düşük %14,7, en yüksek %18,2 ve ortalama %16,41 olarak bulunmuştur. Ortaya çıkan verilerden İspir yöresi arıcıların ballarını iyice olgunlaştıktan sonra hasat ettikleri sonucuna varılmıştır.

Balda bulunan meyve şekerlerinden olan glukoz ve fruktoz oranları sırasıyla en düşük %26,63, en yüksek %36,05, ortalama %32,93 ve fruktoz oranı en düşük %32,53, en yüksek %41,18 ve ortalama %39,24 olarak tespit edilmiş olup, arıcıların ürünün kalitesini bozacak ilave beslemeler yapmadığı sonucuna varılmaktadır.

Ülkemizde kaliteli bal denince baldaki sükrozun % oranı aklı gelmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre sükroz oranı en düşük %0,04, en yüksek %5,21 ve ortalama %0,73 olarak tespit edilmiştir. Yöre arıcılarının ürettiği balların kaliteleri yüksek olup standartlara uygunluk göstermektedir. Üreticilerin balın doğal şeker miktarına etki edecek yapay bir besleme yapmadıkları gibi ballar olgunlaştıktan sonra hasat ettikleri ortaya çıkmaktadır.

Balın kalitesine etkili faktörlerden olan üretim aşaması, bala uygulanan işlemler ve depolama şartları balın besleme değerini etkilemektedir. Bu işlemler sonucunda HMF dediğimiz yanmış şeker miktarı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu çalışmadan elde edilen en düşük 1,81 mg/kg, en yüksek 18,67 mg/kg ve ortalama 7,82 mg/kg olarak bulunana HMF değerleri bölgede üretilen balların üretim ve

ürün işleme prosesine bağlı kalınarak yapıldığını göstermektedir.

Üretim ve depolama esnasında balın kalın kalitesini bozacak işlemler diastaz aktivitesini düşürmektedir. Laboratuvar sonuçlarından en düşük 8,36, en yüksek 44,77 ve ortalama 30,76 diyastaz değerleri tespit edilmiş olup, arıcıların balın kalitesini olumsuz yönde etkileyecek bir işlem yapmadıkları anlaşılmaktadır.

Bal arılar tarafından bölgede bulunan ballı bitkilerden yararlanılarak elde edilen besleyici ve sağlık kaynağı olan doğal bir üründür. Bu çalışmadan en düşük 417, en yüksek 1449 ve ortalama 974,19 prolin değerleri bulunmuştur. Bu verilerin ışığı altında İspir yöresi arıcılarının ballarını arılara yaptırdıkları ve balın kalitesin negatif yönde etkileyecek başka işlemler yapmadıkları anlaşılmaktadır.

Bu sonuçlardan; bölge arıcılarının balın kalitesini olumsuz yönde etkileyecek işlemler yapmadıkları ve genellikle kaliteli ürün üretim modellerine bağlı kaldıkları tespit edilmiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Konsept – M.Ö.; Tasarım – M.Ö.; Denetim – A.D.; Kaynaklar – M.Ö.; Malzemeler – M.Ö.; Veri Toplama ve/veya İşleme – M.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – A.D.; Literatür Taraması – M.Ö.; Yazma – M.Ö.; Eleştirel İnceleme – A.D.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – M.Ö.; Design – M.Ö.; Supervision – A.D.; Resources – M.Ö.; Materials – M.Ö.; Data Collection and/or Processing – M.Ö.; Analysis and/or Interpretation – A.D.; Literature Search – M.Ö.; Writing Manuscript – M.Ö.; Critical Review – A.D.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Akgün, M. (2019). *Farklı orman gülü (Rhododendron L.) türlerinden elde edilen balların antimikrobiyal, antioksidan ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi*. (Master's thesis), Ordu Üniversitesi.
- Aloglu, A. K., Harrington, P. D. B., Sahin, S., Demir, C., & Gunes, M. E. (2017). Chemical profiling of floral and chestnut honey using high-performance liquid chromatography-ultraviolet detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 205-210.
- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food chemistry*, 63(4), 549-562.

- Anonim, (2012). Bal Tebliği. Türk Gıda Kodeksi. 27.07.2012/58, Resmi Gazete.
- Başoğlu, F. N., Sorkun, K., Löker, M., Doğan, C., & Wetherilt, H. (1996). Saf ve sahte balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve palinolojik kriterlerin saptanması. *Gıda*, 21(2).
- Batu, A., Küçük, E. & Çimen, M. (2013). Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8, 52-62.
- Bayrambaş, K. (2012). *Türkiye'de Üretilen Balların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008a). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American college of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Can Z, Yıldız O, ğahin H, Akyüz Turumtay E, Silici S, Kolaylı S (2015). An Investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133- 141.
- Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. & Sancho, M.T. (2002). Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 78, 157-161.
- Ciulu, M., Solinas, S., Floris, I., Panzanelli, A., Pilo, M. I., Piu, P. C., & Sanna, G. (2011). RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. *Talanta*, 83(3), 924-929.
- Çavrar, S., Yıldız, O., Şahin, H., Karahalil, F. & Kolaylı, S. (2013). Comparison of Physical and Biochemical Characteristics of Different Quality of Turkish Honey. *Uludağ Bee Journal*, 13(2), 55- 62.
- Çınar, S.B. (2010). *Türk Çam Balının Analitik Özellikleri* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi.
- Demir, D. (2022). *Dört Farklı Bal Çeşidinin Fiziksel ve Kimyasal Aktiviteleri ile Antioksidan Ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması Ve Karşılaştırılarak İncelenmesi* (Master's thesis), Ordu Üniversitesi.
- Doner, L. W. (1977). The sugars of honey—a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(5), 443-456.
- Daniele, G., Maitre, D., & Casabianca, H. (2012). Identification, quantification and carbon stable isotopes determinations of organic acids in monofloral honeys. A powerful tool for botanical and authenticity control. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26(17), 1993-1998.
- Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delégue, M.H. & Doré, J.C. (2004). Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86, 305- 312.

- Esti, M., Panfili, G., Marconi, E. & Trivisno, M.C. (1997). Valorization of the honeys from the Molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional assessment. *Food Chemistry*, 58(1-2), 125-128.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., & Zengin, H. (2004). Farklı çevre koşullarının bal kalitesi üzerine etkileri/Effect of different environmental conditions on honey quality. *Research in Agricultural Sciences*, 36(2), 157-162.
- Genç, F., & Dodoloğlu, A. (2002). *Arıcılığın Temel Esasları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları.
- Gündoğan M (2009). *Muğla Yöresi Çam Ballarının Kimyasal Analizleri* (Yüksek Lisans Tezi), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C., & Yavuz, O. (2007). Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food chemistry*, 105(3), 1119-1125.
- Hepsağ, F. (2019). Rize'deki Anzer Yaylası'nın Endemik Çiçeklerinden Üretilen Anzer Balının Toplam Fenolik Bileşiklerinin ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. *Gıda*, 44(4), 641-653.
- Hotaman, H. E. (2015). *Anzer bal ve polenin bazı biyoaktif özelliklerinin in vitro olarak incelenmesi* (Master's thesis), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Karadal, F., & Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(3).
- Kivrak, İ. (2015). Free amino acid profiles of 17 Turkish unifloral honeys. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 38(8), 855-862.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2), 526-534.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O.G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honeys, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571-577.
- Nombré, I., Schweitzer, P., Boussim, J. I., & Rasolodimby, J. M. (2010). Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *African Journal of Food Science*, 4(7), 458-463.
- Sanz, M. L., Del Castillo, M. D., Corzo, N., & Olano, A. (2003). 2-Furoylmethyl amino acids and hydroxymethylfurfural as indicators of honey quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(15), 4278-4283.
- Siddiqui, I.R. (1970). The sugars of honey. In *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry* (Vol. 25, pp. 285-309). Academic Press.
- Sorkun, K., Doğan, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N. & Işık, N. (2002). Türkiye'de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizleri. *Mellifera*, 2-4, 13-21.
- Şengül, M., Şengül, M., & Dodoloğlu, A. (2023). Microbiological and Physicochemical Characterization of Honey Samples from Erzurum. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, 2(2), 28-33.
- Terrab, A., Diez, M.J. & Heredia, F. J. (2002). Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, 79, 373 - 379.
- Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. & Lucero, H. (2002). Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 77, 71- 74.
- Tosun, M., & Keleş, F. (1999). *Erzurum ve ilçelerinde üretilen balların analitik özellikleri* (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi.
- Turan, F. (2012). *Kırklareli Gzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı (Apis mellifera carnica) Kolonilerinden Elde Edilen Balların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi.
- Truzzi, C., Annibaldi, A., Illuminati, S., Finale, C. & Scarponi G (2014). Determination of proline in honey: Comparison between official methods, optimization and validation of the analytical methodology. *Food Chemistry*, 150, 477-481.
- Ulusoy, E., (2010). *Anzer Balı ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Velioglu, S. & Köse, G. (1983). Ülkemizde üretilen ayçiçeği ballarının standarda (TS 3036) uygunluğu üzerinde bir araştırma. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 17, 285-293.
- White Jr, J. W. (1978). Honey. *Advances in food research*, 24, 287-374.
- Yıldız O, Şahin H, Kara M, Aliyazıcıoğlu R, Tarhan Ö, & Kolaylı S (2010). Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin gıdalardaki Önemi. *Akademik Gıda*, 8(6), 44- 51.