



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI**

ARICILIK ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ



KRİSTALİZASYON

TAGEM
AR-GE & İNOVASYON

ORDU - 2019

HAZIRLAYANLAR

Gıda Yüksek Mühendisi Fazıl GÜNEY
Laborant Ömer Faruk ATMACA
Teknisyen Hayriye ERTUĞRAL

ÖNSÖZ

Değerli okuyucu;

Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı; Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı olarak arıcılık sektöründe en geniş altyapı ve teknik personelle görevlerini yerine getirmektedir. Enstitümüz, arı ıslahı, arı sağlığı, arı ürünleri analizleri, polinasyon, mekanizasyon, koloni yönetimi, besleme, malzeme ve apiterapi konularında projeye dayalı çalışmalar gerçekleştirmektedir. Altyapı olarak paketleme tesisleri (bal, petek, beleme), laboratuvarları (arı ürünleri analiz, arı sağlığı, moleküler genetik, morfometri, suni tohumlama) ile arı ve arı ürünlerini çeşitlendirme ve geliştirme konularında hizmet vermektedir.

Enstitümüzün tarihçesine baktığımızda, 1994 Aralık ayında istasyon olarak kurulmuş olup, 1995 Mayıs ayında Enstitü'ye dönüştürülen, 2005 Ocak ayında mevcut yerleşkesine taşınan, 2009 yılında sunduğu AB-İPA projesi “Rekabetçi Sektörler” programı ile günümüzde ülkemizin en büyük ve modern paketleme tesisleri ve akredite analizleri gerçekleştiren laboratuvarı ile 100’ü aşkın gerçekleştirdiği projeleri, dergi ve yayınları ile görev ve hizmetlerini sürdürmeye devam etmektedir.

Arıcılık Araştırma Enstitü olarak bugüne kadar teknik personellerimizin yapmış olduğu proje ve araştırma çalışmaları ile saha ve laboratuvar tecrübelerinin bir neticesi olarak ortaya çıkan arı ve arı ürünleri ile ilgili öz bilgileri içeren bu kitapçıkları sizlerle buluşturmaktan mutluluk duymaktayız. Arı ve arı ürünleri ile ilgili genel bilgiler ve pratikleri içeren bu kitapçıkları, her düzeyde okuyucunun anlayabileceği sadelikte düzenlenmesine özen gösterilmiştir.

Günümüz dijital dünyasında arıcılıkla ilgili bilgi kirliliğini bir nebze gidermeyi arzu ettiğimiz bu eserleri, merak ve ihtiyaç duyulduğunda hayatımızın vazgeçilmez başucu kitapçıkları olarak sizlere sunarken öneri ve eleştirilerinizi de dikkate alarak her an ulaşılabilir görsel çalışmalar şeklinde ve sayılarını artarak ilginize sunma arzusundayız.

Eserlerin hazırlanmasında emeği geçen tüm personelimize teşekkür eder, Saygılarımı sunarım.

Feyzullah KONAK
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

1. Giriş	1
2. Kristalizasyon Nedir?	2
3. Ballar Niçin Kristalize olur?	3
4. Kristalizasyonu Etkileyen Faktörler	3
5. Kristalize Balların Tüketilmesi	7
6. Sonuç	8
7. KAYNAKLAR	9

1.Giriş

Türkiye elverişli iklimi, sahip olduğu coğrafyası ve yaklaşık 8.000.000 adetlik koloni varlığı ile önemli bir arıcılık ülkesidir. Ülkemiz yıllık 114.000 tonu bulan bal üretimi ile de dünyada ilk sıralarda yer almaktadır (Anonim, 2017). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012). Balın bileşiminde; şekerler (% 79.7-80.5), su (% 17.2-16.3), mineraller (% 0.2-0.9), aminoasitler, proteinler (% 0.3-0.6) ve asitler (% 0.5-1.1) bulunmaktadır (Korkmaz, 2013). Ancak balın içeriği; çevre şartları, flora, iklim, arıcının yaptığı uygulamalar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. İçeriği bu kadar farklılık gösteren balın yapısında zamanla bazı değişimlerin meydana gelmesi de doğaldır. Bu değişimlerden bir tanesi de kristalizasyon; ya da halk arasındaki adıyla balın şekerlenmesi veya donmasıdır.

Eksik veya yanlış bilgilendirmenin bir sonucu olarak; kristalize olan balların sahte veya kalitesiz olduğu düşünülmekte ve tüketiciler tarafından tercih edilmemektedir. Oysa ki kristalizasyon balın yapısında zamanla meydana gelen **DOĞAL** bir süreçtir. Kristalize olmuş balların besin içeriğinde herhangi bir değişiklik meydana gelmez ve tüketilmesinde de bir sakınca yoktur. Bu durum balların satışına engel olmadığı gibi bir hilenin de göstergesi değildir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde de bu durum belirtilmiş olup; süzme çiçek balının akışkan olmayan kıvamda, kontrollü koşullarda kristalize edilmesi halinde “krem bal”, kendiliğinden kristalize olması halinde ise “kristalize bal” adıyla piyasaya arz edilebileceği ifade edilmiştir (Anonim, 2012).



Şekil 1 : Homojen bir şekilde kristalize olmuş bal (Anonim, 2019a)

2. Kristalizasyon Nedir?

Kristalizasyon, balın sıvı ve akışkan yapıdan yarı katı hale dönüşmesi ile gerçekleşen bir olaydır. Kristalizasyon doğal bir olaydır ve ballar hasat edildikten sonra kristalize olma eğilimindedir. Sadece bu süreç bazı ballarda hızlı, bazılarında ise yavaş ilerler. Kristalize olan ballar kalitesiz veya hileli değildir. Kristalizasyon olayı balın kalitesini değiştirmez veya azaltmaz (Anonim, 2018).

Kristalizasyon, sıvı ve berrak ürün satın almak isteyen tüketicilerin tercihini olumsuz etkilediği ve balın dolumunda/paketlemesinde problemlere neden olduğu için istenmeyen bir durumdur. Ayrıca kristalizasyon balların su aktivitesini arttırmakta ve artan su aktivitesi ile birlikte maya hücreleri balda gelişerek fermentasyona neden olabilmektedir. Balın kristalize olmasında viskozitesi, depolanma sıcaklığı ve yapısında bulunan diğer maddelerin varlığı gibi faktörler etkili olmaktadır (Mutlu ve ark., 2017).

3. Ballar Niçin Kristalize olur?

Balın yapısında % 70'den fazla karbonhidrat (şekerler) ve % 20'den az su vardır. Bu haliyle bal konsantre bir şeker çözeltisidir ve balın içerisinde çözebileceğinden çok daha fazla şeker bulunmaktadır. Baldaki ana şekerlerden olan glukozun çözünürlüğü diğerk şekerlere göre daha düşüktür. Kristalizasyon genellikle glukoz moleküllerinin, monohidrat formundan kurtularak birbirleriyle etkileşimleri sonucu gerçekleşmektedir (Mutlu ve ark., 2017). Kristalizasyon esnasında, glukoz ilk önce granül hale geçerek sudan ayrılır ve kristalize olmaya başlar. Glukozun kristalleşmesi ile su serbest hale geçer ve baldaki su aktivitesi artar (Laos ve ark., 2017). Balın akışkanlığı azalarakyarı katı-sıvı şeklinde faz ayrılmaları oluşur. Böylece kristalizasyon olayı gerçekleşmiş olur.

4. Kristalizasyonu Etkileyen Faktörler

Kristalizasyonda en önemli etkenlerden birisi balın içeriğidir. Balın karbonhidrat bileşiminde çok farklı şekerler bulunmakla birlikte; bu şekerlerin çok büyük bir kısmını fruktoz ve glukoz oluşturmaktadır. Balın içerisindeki bu iki temel şeker arasındaki denge, kristalizasyonun başlıca nedeni olup; şeker içeriği balların hızlı veya yavaş kristalize olmasını sağlar. Glukozun özünürlüğü fruktoza göre daha düşüktür. Bu nedenle sudan ayrılır ve balın içerisinde küçük kristaller oluşturur. Genelde glukoz içeriği daha yüksek olan ballar çabuk kristalize olur. Balların kristalizasyon süresi ve eğilimi çoğunlukla Fruktoz/Glukoz (F/G) oranı ile ilişkilidir. Yonca, pamuk ve kanola gibi Fruktoz/Glukoz oranı düşük olan ve glukoz şekeri yüksek olan ballar daha çabuk kristalize olur. Diğerk yandan akasya, kestane, am gibi yüksek Fruktoz/Glukoz oranına sahip olan ve % 30'dan daha az glukoz içeren ballar oldukça yavaş kristalize olur hatta uzun yıllar akışkanlığını koruyabilir. Farklı bal örnekleri ile yapılan çalışmada polifloral ballardaki F / G oranının daha yüksek olduğu ve kristalizasyonun daha yavaş olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada kanola polenininkıyın olduğu bal örneklerinde ise hızlı bir kristalizasyon gözleendiği rapor edilmiştir

(Laos ve ark., 2017). Diğerk bir çalışmada F / G oranının 1.33 ve üzerinde olduğu balların uzun süre kristalize olmadığı; kristalize olan ballarda ise F / G oranının 1.11 ‘den düşük olduğu bildirilmiştir (Smanalieva ve Senge, 2009). Escuredo ve ark. (2014), tarafından balın baskın olan polen türü ve şeker bileşimi arasında kuvvetli ilişki olduğu belirtilmiştir. Aynı alışma sonunda, botanik kaynağın baldaki şekerlerin oranını belirlediği ve dolayısıyla balın elde edildiği kaynağın kristalizasyon olayı üzerinde de etkili olabildiği bildirilmiştir (Escuredo ve ark., 2014).

Kristalizasyonu etkileyen diğerk bir faktör de balın su içeriğidir. Yüksek glukoz ve düşük su içeriğine sahip ballarda kristalizasyon hızlı olur. Baldaki Glukoz/Su (G/S) oranı 1.7’ den daha düşük ballar kristalize olmazken, 2.1’ den daha yüksek su oranına sahip ballar kısa sürede kristalize olmaktadır. Benzer şekilde Escuredo ve ark. (2014), tarafından G / S oranı 1.7’ den az olduğunda balın yavaş kristalleştiği ve oran 2’ den büyük olduğunda balın hızlı ve tam olarak kristalize olduğu bildirilmiştir (Escuredo ve ark., 2014).



şekil2: Kristalize olmuşballar (AAEM,2019a)

Depolama sıcaklığının da kristalizasyon üzerinde önemli bir etkisi vardır. Genelde 10 °C ve altındaki sıcaklıklar, balın viskozitesini arttırır, kristallerin oluşumunu ve yayılmasını geciktirir. 10-21 °C arasında balın kristalizasyonu hızlanır. Özellikle 10-15 °C'de kristalizasyon için çok uygun bir ortam oluşur ve bu sıcaklıklarda en hızlı kristalizasyon görülür (Çelemlı ve Sorkun, 2013). 25-27 °C 'den daha yüksek sıcaklıklarda balın kristalizasyonu gecikir ancak bu sıcaklıklar balın yapısındaki bazı değerli bileşiklerin kaybına ve fermentasyona neden olabilir. Sıcaklık 40 °C olduğunda kristalizasyon engellenir fakat balda geri dönüşü olmayan bozulmalar meydana geldiği ve bala zarar verdiği için bu sıcaklıklardan uzak durulmalıdır (Hamdan, 2010). Ayrıca saklama sıcaklığındaki dalgalanmaların ve ani sıcaklık değişimlerinin de balların kristalize olmasına neden olacağını unutmamak gerekir. Yao ve ark. (2003), tarafından yapılan çalışmada 13 °C'de depolanan ballarda oda sıcaklığında saklanan ballara göre daha hızlı kristalizasyon görüldüğü bildirilmiştir (Yao ve ark., 2003). Benzer şekilde diğer bir araştırmada, balın kristalizasyon hızının, 10-15 °C'de en fazla olduğu, bu sıcaklığın altında ve üstünde kristalizasyonun azaldığı bildirilmiştir (Bhandari ve ark., 1999). Enstitümüzde yapılan bir projenin sonucunda; 4°C ve 12°C'de depolanan ballarda kristallenmenin hızlı bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada 40 °C'de depolanan ballarda kristalizasyon gözlenmediği ancak uzun süreli depolama şartlarında diastaz sayısı ve prolin miktarlarının düştüğü, HMF miktarının ise yükseldiği için uygun bir depolama sıcaklığı olmadığı ortaya konulmuştur (Yılmaz ve ark., 2015).

Balın viskozitesi artar. Kristalizasyon oluşumu ve yayılması gecikir. Balın kristalizasyonu hızlanır. Özellikle 10-15 °C arasında kristalizasyon için çok uygun bir ortam oluşur ve bu sıcaklıklarda en hızlı kristalizasyon görülür. Kristalizasyon gecikir. Ancak uzun süre bu sıcaklıklarda muhafaza, baldaki bazı değerli bileşikler olumsuz etkileyebilir. Balın kristalizasyonu gecikir. Ancak balın yapısındaki bazı değerli bileşiklerin kaybına ve fermentasyona neden olabilir.

Depolama sıcaklığı ile kristalizasyon arasındaki ilişki

<10 °C	10-21 °C arasında	21-27 °C arasında	>27 °C
			
Balın viskozitesi artar. Kristalizasyon oluşumu ve yayılması gecikir.	Balın kristalizasyonu hızlanır. Özellikle 10-15 °C arasında kristalizasyon için çok uygun bir ortam oluşur ve bu sıcaklıklarda en hızlı kristalizasyon görülür.	Kristalizasyon gecikir. Ancak uzun süre bu sıcaklıklarda muhafaza, baldaki bazı değerli bileşikleri olumsuz etkileyebilir.	Balın kristalizasyonu gecikir. Ancak balın yapısındaki bazı değerli bileşiklerin kaybına ve fermentasyona neden olabilir.

Kristalizasyonu etkileyen diğer bir etmen de balın içerisinde bulunan yabancı parçacıklardır. Balın içerisinde tohum kristalleri, polen taneleri, bal mumu parçaları ve benzeri maddelerin bulunması kristalizasyonu hızlandırır. Bu küçük parçacıklar kristalizasyon için bir çekirdek görevi görür. Isıtılmamış ve filtre edilmemiş ballarda balmumu, polen ve propolis bulunabileceğinden daha hızlı kristalize olur. Balların uygun sıcaklıklarda ve sürelerde ısıtılması ve filtre edilmesiyle şeker kristalleri çözünür, yabancı parçacıklar uzaklaştırılır. Böylece kristalizasyon engellenir.



Şekil 3: Farklı kaynaklardan elde edilmiş kristalize olmuş ballar (AAEM,2019b)

5. Kristalize Balların Tüketilmesi

Daha önce de ifade edildiği gibi balların kristalize olması; kalitesiz veya tüketilemeyecek durumda olduğu anlamına gelmez. Kristalize ballar hiçbir işleme gerek kalmadan doğrudan tüketilebilir. Ülkemizde henüz çok yaygın olmasa da diğer ülkelerde kontrollü şartlarda kristalize edilmiş ballar krem bal adıyla piyasada yer almaktadır. Üstelik depolanması, taşınması, kolayca sürülmesi ve kolayca tüketilebilmesi gibi nedenlerle daha pahalıya da satılmaktadır.

Diğer yandan kristalize ballara ısıl işlem uygulanıp tekrar akışkan hale getirilerek de tüketilebilir. Ancak ısıl işlem uygulanırken ısı kaynağının doğrudan bal ile temas etmemesine ve sıcaklığın 40 °C'yi geçmemesine özen gösterilmelidir. Bu amaçla kristalize olmuş balın bulunduğu kavanozlar sıcak su bulunan bir kaba yerleştirilerek benmari usulü ısıtılabilir. Isıl işlem uygularken süreye de dikkat edilmeli ve bu sıcaklıklarda dahi olsa bal uzun süre ısıya maruz bırakılmamalıdır. Balların akışkanlığı sağlandığında ısıtma işlemine son verilmelidir. Aksi takdirde balın içerisinde bulunan enzimler, vitaminler ve aroma bileşiklerinde kayıplar meydana gelebilir, HMF gibi zararlı bileşikler oluşabilir.



Şekil 4: Su banyosu ile kristalize balların tekrar akışkan hale getirilmesi (Anonim,2019b)

6. Sonuç

Sonuç olarak kristalizasyon ballarda meydana gelen doğal bir süreçtir. Ballar zamanla az veya çok kristalize olurlar. Kristalizasyonun sebepleri olarak sıcaklık, glukoz, fruktoz ve su içeriğine dayalı farklı mekanizmalar açıklanmıştır. Ancak mevcut yöntemlerin hiçbiri tek başına balın kristalizasyon davranışını açıklamak için yeterli değildir (Yao ve ark., 2003). Kristalize olmuş ballar hileli, bozulmuş veya kalitesiz demek değildir. Ballar kristalize olmuş haliyle tüketileceği gibi uygun şekilde su banyosunda akışkan hale getirilerek de tüketilebilir.

KAYNAKLAR

AAEM. (2019a). Fazıl GÜNEY, Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ordu, Türkiye.

AAEM. (2019b). Fazıl GÜNEY, Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ordu, Türkiye.

Anonim (2012). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58). 27.07.2012 tarih ve 28366 sayılı Resmi Gazete.

Anonim (2017). TÜİK 2017 yılı Hayvancılık İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>

Anonim (2018). Why does honey crystallize? Available online at <http://honeypedia.info/why-does-honey-crystallize>, checked on 2/22/2018.

Anonim (2019a). Erişim adresi: <http://gulchathaii.blogspot.com/2011/08/sweet-as-honey.html>

Anonim (2019b). Erişim adresi: <https://thegardendiaries.blog/tag/crystallized-honey/>

Bhandari, B., D'Arcy, B., Kelly, C. (1999). Rheology and crystallization kinetics of honey. Present status. In International Journal of Food Properties 2 (3), pp. 217–226. DOI: 10.1080/10942919909524606.

Çelemlı, Ö.G., Sorkun, K. (2013). Balın kristalizasyonu doğal bir süreçtir. ORAY-BİR'in Sesi. Yıl:8, Sayı:9, sayfa:24-25.

Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. In Food chemistry 149, pp. 84–90. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.097.

Hamdan, K. (2010). Crystallization of Honey. In Bee World 87 (4), pp. 71–74.

Korkmaz, A. (2013). Anlaşılabilir Arıcılık. Samsun GTH İl Müdürlüğü Yayınları 330 s. Türker Matbaacılık, Samsun.

Laos, K., Kirs, E., Pall, R., Martverk, K. (2011). The Crystallization Behaviour of Estonian Honeys. In Agronomy Research 9 (Special Issue II), pp. 427–432.

Mutlu, C., Erbaş, M., Tontul, S.A. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Akademik Gıda 15(1), 75-83.

Smanalieva, J., Senge, B. (2009). Analytical and rheological investigations into selected unifloral German honey. In Eur Food Res Technol 229 (1), pp. 107–113. DOI: 10.1007/s00217-009-1031-2.

Yao, L., Bhandari, B.R., Datta, N., Singanusong, R., D'Arcy, B. R. (2003). Crystallisation and Moisture Sorption Properties of Selected Australian Unifloral Honeys. J Sci Food Agric.83:884–888.

Yılmaz, M., Güney, F., Karmaz, E., Yılmaz, Ö., Demir, T., Duman, M., Kuvancı, A., Yassıhüyük, N., Çakıcı, N., Tarakçı, Z. (2015). Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Ayçiçeği, Pamuk, Çam Kestane ve Şekerle Besleme ile Elde Edilen Balların Kristallenme Sürecinde Kimyasal ve Fiziksel Yapılarında Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi (Sonuç kitapçığı), Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 17, 33 s. Ordu



Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Ordu - Ulubey Karayolu 12 km Dedeli Yerleşkesi (Pk:10) Altınordu / ORDU

Telefon: 0 452 256 23 41 - Faks: 0 452 256 24 71

Web: www.arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik

e-posta: orduaricilik@tarimorman.gov.tr

Tüm Hakları Saklıdır ©2019