



The Effect of Heating the Honey with Bein-marie Method and Ultrasonic Bath on Honey Crystallization

Ethem Akyol^{1,a,*}, Mustafa Güneşdoğdu^{2,b}

¹Department of Animal Production and Technologies, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Niğde Ömer Halisdemir University, 51240 Niğde, Turkey

²Department of Animal Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Muş Alparslan University, 49250 Muş, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 18/11/2019 Accepted : 03/12/2019</p> <p>Keywords: Honey Bain-marie Biochemical Cristalization Ultrasonic treatment</p>	<p>This study was carried out to determine the effect of ultrasonic bath and bain-marie heat treatment on recrystallization/crystallization of polifloral and cotton honey. Crystallized solid and liquid honey samples obtained from local beekeepers were subjected to ultrasonic bath and bain-marie heat treatment for 2 hours at 25°C and 50°C. Honey samples without any treatment were used as a control group for comparison. While the average crystallization rate of honeys in which ultrasonic heat treatment was applied was 8.75%, the average crystallization rate in honeys treated with bain-marie method was found to be 31.25%. In the control group, the average crystallization rate was found to be 90%. As a result, significant differences were found between the effects of applied heat treatments on crystallization and it was determined that 50°C ultrasonic bath method would be an effective application for 2 hours to avoid crystallization of honeys.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(12): 2291-2294, 2019

Benmari ve Ultrasonik Banyo Yöntemleriyle Isıtmanın Balların Kristalize Olması Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 18/11/2019 Kabul : 03/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Bal Benmari Biyokimyasal Kristallenme Ultrasonik muamele</p>	<p>Bu çalışma; ultrasonik banyo ve benmari yöntemleri ile ısı işlem uygulanan kristalize katı ve sıvı polifloral çiçek ile pamuk ballarının yaklaşık 1 yıl oda ısısında depolama şartlarında rekristalizasyon-kristalizasyon oluşumunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Yerel arıcılardan temin edilen kristaize katı ve sıvı bal örneklerine 25°C ve 50°C sıcaklıkta 2 saat süre ile ultrasonik banyo ve benmari ısı işlemleri uygulanmıştır. Herhangi bir işlem uygulanmayan bal örnekleri karşılaştırma amaçlı kontrol gurubu olarak kullanılmıştır. Ultrasonik ısı uygulaması yapılan ballarda ortalama kristallenme oranı %8,75 iken benmari yöntemiyle ısı işlem uygulanan gruplardaki ballarda ortalama kristallenme oranı %31,25 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise ortalama kristallenme oranı %90 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak uygulanan ısı işlemlerin kristallenmeye etkileri arasında önemli farklılıklar bulunmuş ve balların kristallenmemesi için 2 saat süreyle 50°C ultrasonik banyo yönteminin etkili bir uygulama olacağı belirlenmiştir.</p>

^a eakyol@ohu.edu.tr ^b <https://orcid.org/0000-0002-1427-9036> | ^c mstfa.gunesdogdu@gmail.com ^d <https://orcid.org/0000-0003-2786-520X>



Giriş

Türkiye coğrafik konumu dolayısıyla farklı iklim özellikleri, zengin bitki örtüsü ve koloni varlığı ile büyük bir arıcılık potansiyeline sahiptir (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001). Arıcılık faaliyetleri sonucu bal, polen, arı ekmeği, propolis, arı sütü, arı zehiri ve balmumu gibi özellikleri birbirinden oldukça farklı birçok ürün üretilmektedir. Bal; insanoğlu tarafından çok eski zamanlardan bu yana tüketilmekte ve değeri bilinen bir besin olmasına karşın diğer arı ürünlerinin değeri ise son yıllarda yapılan araştırmalarla önem kazanmaya başlamıştır.

Bal; bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarın veya bitkilerin canlı kısımları ile bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin şekerli salgılarının, bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip içerisine bazı maddeler karıştırdıktan sonra petek gözlerine depo edilmesi ve burada fazla suyunun uçurulması ile hazırladıkları koyu kıvamlı tatlı besin maddesidir (Şahinler ve ark., 2009; Günbey, 2010).

İnsan sağlığı ve beslenmesi yönünden önemli bir gıda ve arı ürünü olan bal, Türk Standartları Enstitüsü tarafından ise: "Bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların ya da bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak bazı eş kanatlı böceklerin salgıladığı tatlı maddelerin bal arıları tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir üründür şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 2018).

Bal, yüzyıllardır geleneksel biçimde insanlar tarafından kullanılmış önemli bir besin kaynağıdır. Doğada yaşayan canlılar arasında çalışkanlığı ve ürettiği bal ile dikkati çeken arılar insanoğlunun varoluşundan daha eskilere dayanan bir geçmişe sahiptir. Konya sınırlarında yer alan Çatalhöyük'te M.Ö. 9.000-8.000 yıllarına ait ilkel mimaride konutların iç duvar fresklerinde görülen çiçekler ve üzerlerindeki arı resimleri balın insanlar tarafından tüketildiğini gösteren en eski kanıtlar içerisinde yer almaktadır (Mellaart, 2003). Günümüzde bal, insanlar tarafından gerek besin kaynağı ve tatlandırıcı olarak kullanıldığı gibi antik dönemlerden beri geleneksel tıp uygulamalarında da yaygın olarak kullanılmıştır.

Dünyada yaklaşık 78 milyon koloni ile 1,6 milyon ton/yıl bal üretimi (Anonymous, 2018) yapılırken Türkiye 2018 yılı itibarıyla yaklaşık 8 milyon koloni varlığı ve 107 bin ton/yıl bal üretimi ile dünyada 2. sırada yer almaktadır (Anonim, 2018).

Balın tüketici tarafından en çok aranan ve istenen özelliği tat ve kokusudur. Bal farklı oranda çeşitli şekerleri içerdiğinden tatlılık derecesi farklı olabilir. Kokusu da botanik kaynağına bağlı olarak büyük değişim gösterir (Doğaroğlu ve ark., 2012). Bal insan sağlığına yararlı birçok makro ve mikro bileşenler içermektedir. Bu bileşim; bitkisel ve coğrafi kaynaktan, mevsim ve çevresel iklim koşullarındaki değişimlerden etkilenmektedir. Bal, içerdiği bileşenler sayesinde insan sağlığına pek çok olumlu etki göstermektedir.

Balın kristalize olma eğilimi, esas olarak glikoz içeriğine ve su seviyesine bağlıdır. Bal; bileşeninde bulunan glukozun su kaybetmesi ile kristalize olma eğilimindedir (Zaizuliana ve ark., 2017). Fruktoz suda daha fazla çözünür olduğu için balın kristalize olmasını geciktirmektedir (Hartel, 2001). Bal 15°C'nin altındaki

sıcaklıklarda hızla kristalize olma eğilimindedir (Zamora and Chirife, 2006). Balın kristalizasyonu genellikle tüketiciler tarafından olumsuz karşılanmakta ve balın taşış edildiği fikrine kapılmaktadırlar.

Bal, genellikle kristalizasyonu geciktirmek ve balda bulunabilecek mikroorganizmaları kısmen elemine etmek gibi temel iki farklı sebepten dolayı ısı işleme tabi tutulmaktadır (Türkmen ve ark., 2006). Ayrıca, ısı işlem balın vizkozitesini azalttığı için ambalajlamayı kolaylaştırmaktadır (Turhan ve ark., 2008). Balın ısıtılması genellikle 4-7 gün süresince 45-50°C sıcaklıktaki hava ve elektrik ısıtmalı odalarda, mikrodalga ısıtıcılarda veya sıcak su içerisinde (Benmari) bekletilmesi şeklinde üç farklı yöntemle yapılmaktadır (Fallico ve ark., 2004). Kristalize olmuş katı balın sıvı forma dönüştürülmesinde yaygın olarak sıcaklığı 45°C'yi geçmeyen Benmari ısı işlem yöntemi kullanılmaktadır. Bala ısı işlem uygulamanın gözle görülen en önemli etkisi renginde esmerleşme olmasıdır.

Balın uzun süreli ve yüksek ısılara maruz bırakılması kalitesine olumsuz etkiye sahip olabilmektedir (Nagai ve ark., 2001). Balın en önemli bozulma ürünü hidroksimetilfurfural (HMF) olarak bilinir ve balın tazeliğinin en önemli kanıtıdır. Depolama koşulları ve balın bileşenleri hem kristallenmeyi hemde HMF oluşumunu etkilemektedir (Turhan ve ark., 2008; Şahinler ve ark., 2009).

Radyo frekansları (RF) ve mikrodalgalar (MW) dahil olmak üzere dielektirik ısıtma balda bulunan patojenlerin kontrol edilmesini sağlamaktadır. Çünkü, bu şekilde ısıtma uygulanan malzemelerin içerisine elektromanyetik enerji hızlı ve doğrudan transfer edilebilmektedir (Wang ve ark., 2007). RF ve MW işlemlerinin geleneksel ısıtma yöntemlerine göre en büyük avantajı, işlem süresinin kısa olması ve ısınmanın üniform olmasıdır (Gou ve ark., 2011).

Bu çalışma özellikle ülkemizde bal tüketicileri için en büyük problemlerden olan kristalleşme sorununun çözümü için kristalleşmiş balların tekrar sıvı hale getirilmesinde veya balların kristalleşmesinin önlenmesinde farklı sıcaklıklarda uygulanan ultrasonik banyo ve benmari yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Materyal

Bal örneklerinin temini: Kristaize katı bal örnekleri 2016 yılında Niğde ve Adana illerindeki üreticilerden temin edilerek cam kavanozlarda çalışmanın yapılacağı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü Laboratuvarına getirilmiş ve oda sıcaklığında (20-25°C'de) bir yıl kadar bekletilmiştir. Kristalizasyon gözlenmeyen sıvı bal örnekleri ise 2017 yılında yine aynı üreticilerden hasat sırasında alınarak çalışmanın yapıldığı laboratuvara getirilmiştir.

Araştırmada kullanılan cihaz ve laboratuvar malzemeleri: Araştırmada donmuş ve sıvı halde bulunan ballara Benmari yöntemi ve Ultrasonik su banyosu ile ısı işlem uygulaması için Everest marka ultrasonik banyo cihazı kullanılmıştır (Fotoğraf 1).

Metot

2016 yılında Niğde ilinden polifloral çiçek balı, Adana ilinden ise pamuk balı toplanmış ve oda sıcaklığında yaklaşık bir yıl beklemeye tabi tutulmuş, 2017 yılında yine aynı illerden sıvı çiçek ve pamuk balları toplanarak 4 grup oluşturulmuştur. Bal örnekleri aynı işletmelerden temin edilmiştir. Çalışmada, kontrol grubu hariç kristalize olmuş 2016 yılı üretimi çiçek ve pamuk balları sıvı hale getirildikten sonra 2 saat süre ile 25°C ve 50°C ısılarında ultrasonik ve benmari yöntemi su banyosunda tutularak glukoz monohidrat kristalleri çözdürülerek tam olarak sıvı forma dönüşüm sağlanmıştır. Araştırmada kristalize katı balların depolama esnasında tekrardan kristalleşme (re-kristalizasyon) oranları incelenmiştir. 2017 üretimi kristalizasyon başlamamış sıvı çiçek ve pamuk balları da aynı şekilde 2 saat süre ile 25°C ve 50°C ısılarında ultrasonik ve benmari yöntemi su banyosunda tutulmuşlardır. Kontrol grubu olarak hiçbir teknolojik işleme tabi tutulmayan 2017 yılı sıvı çiçek ve pamuk balları kullanılmıştır. Tüm bal örnekleri ısı işlem uygulamasından sonra 20-25°C sıcaklığa sahip, doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan bir ortamda yaklaşık bir yıl bekletildikten sonra kristallenme eğilimleri incelenmiştir.

Araştırmada her grup bal örnekleri için 10 adet 400 ml saydam-renksiz çam kavanozlara konularak ultrasonik ve benmari ısı işlemleri uygulanmıştır. Araştırmada toplam 180 adet örnek kullanılmıştır.



Fotoğraf 1 Ultrasonik yöntemle ısı işlem uygulama aleti
Picture 1 Ultrasonic heat treatment application tool

Bulgular ve Tartışma

Ultrasonik banyo ve Benmari yöntemleri ile ısı işlem uygulanan yayla ve pamuk ballarına ait kristallenme oranları Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’e göre kontrol grubundaki pamuk ballarında kristallenme oranı %100 iken polifloral yayla ballarında ortalama kristallenme oranı %80 olarak belirlenmiştir. Benmari yöntemiyle 25°C de 2 saat süre ile ısı işlem uygulanan yayla ballarında ortalama kristallenme oranı %25 iken, pamuk ballarında bu oran %55 olduğu belirlenmiştir. Benmari yöntemiyle 50°C de 2 saat süre ile ısı işlem uygulanan yayla ballarında ortalama kristallenme oranı %0, pamuk ballarında bu oran %45 olarak belirlenmiştir. Ultrasonik banyo yöntemiyle 25°C de 2 saat süre ile ısı işlem uygulanan yayla ballarında ortalama kristallenme oranı %0 iken bu oran pamuk ballarında ortalama %35 olarak belirlenmiştir. Ultrasonik banyo yöntemiyle 50°C de 2 saat süre ile ısı işleme tabi tutulan yayla ve pamuk ballarının hiç birisinde kristallenme olmamıştır.

Kaynağına göre kristallenme oranlarına bakıldığında polifloral yayla ballarında bu oran %12,5 olarak belirlenirken bu oran pamuk ballarında %50 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum balların kristallenmesinde kaynağın önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Ultrasonik banyo yöntemiyle ısı işlem uygulanan gruplarda genel olarak kristallenme oranı %8,75 olurken Benmari yöntemiyle ısı işlem uygulanan grupta bu oran %31,25 olarak gerçekleşmiştir.



Fotoğraf 2 Çalışma öncesi hazırlanan ballar
Picture 2 Prepared honey before the study

Çizelge 1 Ultrasonik banyo ve Benmari yöntemiyle 2 saat süre ile ısıtılan ballarda kristalize olma oranları (Crystallization rates in honeys 2 hours heated by ultrasonic bath and bain-maire)

Yıl/Form	Isı (°C)	Bal Çeşidi	Ultrasonik			Benmari			Genel (%)
			N	Oran	%	N	Oran	%	
2016 Kristalize Katı	25	Çiçek Balı	10	0	0	10	3	30	15
		Pamuk Balı	10	4	40	10	6	60	50
2017 Sıvı	25	Çiçek Balı	10	0	0	10	2	20	10
		Pamuk Balı	10	3	30	10	5	50	40
2016 Kristalize Katı	50	Çiçek Balı	10	0	0	10	0	0	0
		Pamuk Balı	10	0	0	10	4	40	20
2017 Sıvı	50	Çiçek Balı	10	0	0	10	0	0	0
		Pamuk Balı	10	0	0	10	5	50	25
Genel			80	7	8,75	80	25	31,25	20
Kontrol		Çiçek Balı	10		8		80		80
		Pamuk Balı	10		10		100		100

Elde edilen sonuçlara göre, balların kristalize olma eğilimi üzerine, balların elde edildiği bölge veya balların botanik kaynağı önemli bir etkiye sahip iken ballara uygulan her türlü ısıtma işleminde kristalizasyonu geciktirme veya önlemede önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Her türlü ısıtma işleminin önemli bir etkiye sahip olduğu görülmekle birlikte en iyi sonucun 50°C de 2 saat süre ile Ultrasonik banyo yöntemi ile ısıtma işlemi tabii tutulan gruptan alınabileceği görülmüştür.

Tüketiciler tarafından kristallenmenin kusur olarak görüldüğü ve bu tür bal tüketiminin pek tercih edilmediği ülkelerde süzme balların kristalleşmemesi veya kristalleşmiş balların tekrar sıvı hale getirilmesinde 50°C de 2 saat süre ile uygulanan Ultrasonik banyo yönteminin rahatlıkla kullanılabilmesi görülmektedir.

Isıtma işlemi, uzun süreli ve yüksek derecede uygulanması balların kimyasal yapısında değişimlere yol açarak kalitesini ve sağlık üzerine olumlu etkilerini azaltmaktadır. Ultrasonik banyo uygulamasının ballarda olumsuz etki oluşturmaması için farklı süre ve sıcaklık değerleri uygulanarak geliştirilebilir.

Sonuç ve Öneriler

Kristalleşmiş veya sıvı halde bulunan polifloral yayla ve pamuk ballarına 25°C ve 50°C sıcaklıkta 2 saat süre ile uygulanan Ultrasonik banyo yöntemi ve yine aynı sıcaklıklarda aynı süre ile uygulanan Benmari yönteminin balların kristalleşmesi üzerine etkisini belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada; 50°C'de ultrasonik banyo muamelesi uygulanan gruptaki ballarda araştırma süresince tekrar kristalleşme olmaz iken, 25°C'de ultrasonik banyo uygulanan grupta ortalama kristalleşme oranı %17,5 olarak belirlenmiştir. Benmari yöntemiyle 50°C'de ısıtma yapılan grupta ortalama %22,5 kristalleşme olurken, 25°C'de ısıtma işlemi uygulanan grupta ortalama kristalleşme oranı %40 olarak belirlenmiştir. Hiçbir işlem yapılmayan kontrol grubunda ise ortalama kristalleşme oranı %90 olarak belirlenmiştir. Sonuçlara baktığımızda hem balın orijininin hem de her türlü ısıtma işleminin kristalleşme üzerine etkili olduğunu yayla ballarının pamuk ballarına göre daha az kristalleşmeye uğradığı, en iyi sonucun 50°C'de Ultrasonik banyo uygulamasından alındığı görülmektedir.

Ultrasonik banyoda ısıtma işlemi tabii tutulan balların tekrar kristalleşmemesi ve balların biyokimyasal özelliklerinde önemli bir değişiklik olmaması nedeniyle donmuş balların tekrar sıvı hale getirilmesinde önerilecek bir yöntem olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Yapılacak daha kapsamlı çalışmalarla balların kristalleşmesinin önlenmesi veya kristalleşmiş balların tekrar çözündürülmesinde kullanılacak bir yöntem oluşturulabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akyol E, Kaftanoğlu O. 2001. Colony Characteristics and the Performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) Bees and Their Reciprocal Crosses. *Journal of Apicultural Research*, 40(3-4), 11-15.
- Anonim 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>, (Erişim Tarihi: 18.11.2019).
- Anonymous 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Erişim: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/BL>, (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2019).
- Doğaroğlu M, Sunay AE, Samancı T. 2012. Arı Ürünleri Üreticileri İçin İyi Hijyen Uygulamaları Rehberi. BAL-DER Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu Derneği.
- Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85, 305-313.
- Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85, 305-313.
- Günbey VS, Günbey B, Güney F, Yılmaz Ö. 2010. Ordu İli Bal Üreticilerinden Elde Edilen Balların Biyokimyasal Yapısının İncelenmesi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 2 (4), 20- 23.
- Hartel RW. 2001. Crystallisation in foods. United States of America, Aspen Publishers, Inc., 1-9.
- Mellaart J. 2003. Çatalhöyük Anadolu'da Bir Neolitik Kent. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Nagai T, Sakai M, Inoue R, Inoue H, Suzuki N. 2001. Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food Chemistry*, 75, 237-240.
- Şahinler N, Gül A, Akyol E, Öksüz, A. 2009. Heavy Metals, Trace Elements and Biochemical Composition of Different Honey Produced in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*. 21(3), 1887-1896.
- Turhan I, Tetik N, Karhan M, Gürel F. 2008. Tavukçuoğlu, H.R., Quality of honeys influenced by thermal treatment, *LWT*, 41, 1396-1399.
- Türkmen N, Sarı F, Poyrazoğlu ES, Velioğlu YS. 2006. Effect of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chemistry*, 95, 653-657.
- Wang S, Monzon M, Johnson JA, Mitcham EJ, Tang J. 2007. Industrial-scale radio frequency treatments for insect control in walnuts: I. Heating uniformity and energy efficiency. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 240-246.
- Zaizuliana N, Mastura RAA, Jamil AFA, Norshazila Z, Zarinah S. 2017. Effects of storage conditions on the crystallisation behaviour of selected Malaysian honeys. *International Food Research Journal*, 24, 475-480.
- Zamora MC, Chirife J. 2006. Determination of water activity change due to crystallisation in honeys from Argentina. *Food Control*, 17(1), 59-64.