

Kuru Kaymağın Tekstürel Yapısı

Metin Atamer¹, Ebru Şenel¹, Adnan Hayaloğlu², Barbaros Özer¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara
²İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

Geliş Tarihi (Received): 05.02.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 24.05.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): senel@agri.ankara.edu.tr (E. Şenel)

☎ 0 312 596 13 00 📠 0 312 318 22 19

ÖZ

Kuru kaymak, Nevşehir (Kaymaklı), Sivas, Erzincan yörelerinde üretilen geleneksel bir süt ürünüdür. Literatürde kuru kaymağın üretim teknolojisi ve karakteristik özelliklerine ilişkin bilgi bulunmamaktadır. Kuru kaymağın da dahil olduğu farklı tipteki kaymak ürünlerinin tekstürel yapısı sadece kremalaşma esas alınarak açıklanamaz. Kuru kaymak, ağırlığının %20'sine kadar protein içeren bir lipid-protein kompleksidir. Üretim aşamaları içerisinde özellikle ısı uygulaması ve köpük oluşumu tekstürel yapının belirlenmesinde önemli rol oynar. Bunun sonucunda protein ve lipidler birbiri ile ilişkili duruma gelmektedir. Bu makalede, yukarıda anılan üretim aşamaları ve bu aşamaların tekstürel yapı üzerine etkileri açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuru kaymak, Köpük oluşumu, Protein-protein interaksyonları

Textural Structure of Kuru Kaymak (Dry Clotted Cream)

ABSTRACT

Kuru kaymak is a traditional dairy product native to Nevşehir (Kaymaklı), Sivas, Erzincan provinces in Turkey. No information is available on manufacturing technology and characteristics of kuru kaymak in the literature. The textural structure of different types of kaymak products including kuru kaymak cannot be explained with only 'creaming'. Kuru kaymak is a lipid-protein complex of which proteins constitute up to 20% of dry weight. Among the manufacturing stages, especially heat treatment and foam formation play an important role in determining the textural structure. As a result of these stages, proteins and lipids become associated with each other. In this article, the manufacturing stages and their effects on the formation of texture of kuru kaymak are explained.

Keywords: Kuru kaymak, Foam formation, Protein-protein interactions

GİRİŞ

Ülkemizde birçok yörede geleneksel yöntemlerle Kaymak üretilmekte ve Afyon Kaymağı, Lüle Kaymağı, İspir Kaymağı, Kuru Kaymak gibi farklı isimlerle anılmaktadır. Kaymak yağ oranı yüksek bir süt ürünüdür. Bilindiği gibi süt/kremada yağ (0.93 g/cm³) ve serum (~ 1.036 g/cm³) fazları arasındaki yoğunluk farkı, yağ globüllerinin yüzeyde toplanmasının yani kremalaşmanın başlıca nedenlerin biridir. Ancak Kuru Kaymak dahil değişik tipteki kaymak ürünlerinin tekstürel

yapısını sadece "kremalaşma" ile açıklamak yetersiz kalmaktadır. İspir Kaymağı üzerine yürütülen çalışmada, yağ içeriğinin %55.5-%70, protein içeriğinin ise %14.3-%20.3 arasında değiştiği saptanmıştır [1]. Tarafımızca yürütülmekte olan bir çalışmada, Kuru Kaymak örneklerinin (6 örnek), protein içerikleri %19.27 ile %20.84 arasında değişim göstermiştir [2]. Bu sonuçlar kaymak ürünlerinin yapısal özelliğinin bir yağ-protein kompleksi olduğunu ortaya koymaktadır. Üzerinde durulması gereken husus, kremalaşma aşamasında proteinlerin süt yağı ile birlikte kompleks oluşturma

mekanizmasıdır. Anılan kompleksin oluşumunda başlıca değişim olan hava-protein etkileşimi diğer bir deyişle köpük oluşumu ile ısı uygulamasına bağlı protein-protein interaksyonudur. Yukarıda belirtilen temel değişimler, Kuru Kaymağın üretim aşamaları esas alınarak ve bunların tekstürel yapı üzerindeki etkileri bu makale kapsamında ortaya konulmaya çalışılmıştır.

KURU KAYMAK ÜRETİMİ

Kuru Kaymağın geleneksel üretimi aşağıdaki aşamaları içermektedir (üretim aşamalarına ilişkin bilgiler aile işletmelerinden sağlanmıştır):

- Sütün kaynatılması (ısı uygulaması)
- Tandır üzerine yerleştirilen yayvan tepsiler içine sütün yukardan dökülerek köpürtülmesi (sütün köpürtülmesi)
- Tandırda (kor halindeki ateşin üzerinde) tepsilerin 1-2 saat bekletilmesi (kaymak tabakasının pişirilmesi ve ortamın soğutulması)
- Tepsi üzerinde oluşan katmanın (kaymak tabakasının) bıçak yardımıyla kesilmesi
- Kesilen kaymağın bir oklava yardımıyla alınıp kalbur üzerinde gölgede kurutulması.

Süte Isı Uygulaması

Kuru Kaymak üretiminde, hammadde süt 'kabarana' kadar kaynatılmaktadır. Diğer bir deyişle sütün sıcaklığı yaklaşık 100°C'ye yükseltilmektedir. Uygulamada sütün ısıtılması kazanlarda gerçekleştirildiği için kaynama sıcaklığına ulaşması için geçen süre (yaklaşık 30-60 dakika) oldukça uzundur (kaynatmada odun, odun kömürü, hayvan kemresi (gübresi) ve tüp kullanılmaktadır). Isı uygulamasına bağımlı protein-protein interaksyonları sonucu oluşan ağ yapısı, özellikle yoğurt ve benzeri süt ürünlerinde pıhtı stabilitesini belirleyen temel değişimlerdir. İnteraksiyonların gerçekleşmesi için ön koşul serum proteinlerinin denatürasyonudur. Sütün 70°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıtılması durumunda globüler yapıdaki serum proteinlerinde yapısal değişimler meydana gelmektedir. Isıl işlem süresi ile yakından ilişkili olan bu değişimler ağırlıklı olarak serum proteinlerinin üç boyutlu yapısını stabilize eden zayıf kimyasal bağların ısı etkisi ile kırılmasına bağlı olarak oluşan yapısal açılma ile karakterize edilmektedir. Bu açılma olayının geri dönüşümsüz olması durumunda kalıcı denatürasyon meydana gelmektedir. Serum proteinlerinin ısı işlem sonucunda denatürasyonuna bağlı olarak meydana gelen ilk ve en önemli oluşum serbest sülfidril (tiyol) gruplarının reaktivasyonun artması ve diğer serum proteinleri ve κ-kazein ile reaksiyona açık hale gelmesidir. β-laktoglobulin (β-LG) başta olmak üzere tüm serum proteinleri- proteoz pepton hariç- ısıya karşı duyarlıdır. Isı etkisi ile oluşan bu değişimler sonucunda serum proteinleri önce kendi aralarında, ardından da kazeinler ile interaksyona girmektedir. Serum proteinlerinin kendi aralarında gerçekleştirdikleri interaksyon pH ve ortamda yer alan iyonik kuvvetlere (özellikle Ca²⁺) bağlıdır [3]. α-laktoalbumin (LA) ile β-LG arasında meydana gelen

agregasyona dayalı interaksyonda hidrofobik etki de belirleyici rol oynamaktadır. Nötre yakın pH değerlerinde α-LA/β-LG kompleksi ile κ-kazein arasındaki interaksyon sırasında öncelikle küçük agregatlar oluşmakta ardından da bu agregatlar büyüyerek proteinler arası interaksyonu tamamlamaktadır. β-LG ile κ-kazein arasında meydana gelen interaksyonlarda değişik interaksyon kuvvetleri yer almakla birlikte bu kompleksin stabilitesi üzerinde etkili olan en önemli faktör tiol-disülfid ara değişim reaksiyonlarıdır [4-8]. Isı uygulamasının etkisi ile β-LG' in sistein rezidülerinde yer alan tiol (SH) grupları oksidasyona uğramaktadır. SH gruplarının oksidasyonu tiol (SH) ve disülfid (S-S) ara değişim reaksiyonları için bir ön koşuldur. Bu oluşum birkaç basamaklı bir işlemdir ve ilk aşamada tiol-disülfid grupları interaksyonu aracılığı ile β-LG molekülleri bir araya gelmektedir [9-12]. İkinci basamakta, kalsiyum köprüleri, hidrojen ve hidrofobik bağlar da devreye girmekte ve serum proteini kompleksinin stabilitesi artmaktadır. Son olarak, oluşan serum proteini agregatları ile κ-kazein arasında tersinmez karakterli bir interaksyon oluşmaktadır [13]. Isı uygulaması sırasında yalnızca serum proteinlerinin kendi aralarında ve/veya kazeinler ile interaksyonu meydana gelmemektedir. Aynı zamanda serum proteinleri ile fosfolipidler [14-16], askorbik asit [17] ve lipidler [18] arasında da fiziksel bağlantılar meydana gelmektedir.

Sütün Köpürtülmesi

Ülkemizde yayımlanan ilk kaynaklarda [19-21] Lüle ve Afyon Kaymaklarında özgün yapının oluşması için sütün köpürtülmesinin önemi vurgulanmaktadır. Bu amaçla kaynatılan süt kovalarla yayvan kaplara boşaltılarak soğutulmakta ve köpürtülmektedir. Benzer uygulama Silivri Yoğurdunun üretiminde de görülmektedir. Silivri Yoğurdunun kaymak tabakasının oluşturulmasında, hammadde süt maşrapalar vasıtasıyla tavalara yukarıdan boşaltılarak köpük oluşumu sağlanır ve izleyen aşamada Kaymak üretiminde oldu gibi 'kaymak pişirme' işlemi gerçekleştirilir. Ancak anılan kaynaklarda, köpük oluşumuna ilişkin bilgi yer almamaktadır. Bu nedenle Kuru Kaymağın yapısal özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla köpük oluşumu aşağıda açıklanmaktadır.

Kuru Kaymak üretiminde bu aşamada, ısı kaynağının şiddeti azaltılmaktadır (örneğin, ateş kor haline getirilir). Uygulamada, belirli yükseklikten (yaklaşık 1 m), yayvan kaplara dökülen sütün köpürmesi sağlanır. Sütün kaplara dökülmesi sırasında süte hava karışır. Havanın süte karışması ile serum/hava ara yüzeyi oluşur. Sütün içerdiği yüzey aktif maddeler (proteinler ve yağ globül membran materyalleri) hava/serum ara yüzeylerine kolaylıkla adsorbe olabilirler [22]. Hava kabarcıklarının yüzeyine özellikle kazein kuvvetli bir şekilde adsorbe edilir. Dolayısıyla köpük iki fazlı bir sistemdir ve yapısı, hava/gaz kabarcıkları ile bu kabarcıkların etrafını kuşatan sürekli likit-lamel fazdan oluşmaktadır [23]. Süt köpüklerinde hava/serum ara yüzeylerinin toplam alanı oldukça büyüktür. Bu nedenle köpüğün üretilmesi için enerji girdisine [24] gereksinim vardır. Nitekim çeşitli krema ürünlerinin üretilmesi veya kremanın

Yayıklanması aşamasında karıştırma, çarpma vb. mekanik işlemlerin üretim teknolojisinde yer alması enerji girdisini sağlamaya yöneliktir. Köpük yüksek viskozite, düşük yoğunluk, büyük (geniş) hava/serum ara yüzey alanı ve yüksek yüzey enerjisi ile karakterize edilir. Birçok gıdanın (krema ürünleri, kaymak vb.) özgül yapısı köpük oluşumu ve oluşan köpüğün stabilitesi ile ilişkilidir. Köpük stabilitesi yani köpüğün sönmeden kalabilme süresi ortamdaki yüzey aktif maddelerin özellikleri tarafından belirlenir. Termodinamik açıdan köpük metastabilidir. Zamanla lameller arasındaki likit fazın drene olması küçük kabarcıklardan büyük kabarcıklara doğru gaz/havanın difuze olması (oransızlaşma) [24], köpük stabilitesini olumsuz yönde etkileyen değişimlerdir. Özetle, köpük oluşumu için ön koşullar ortamda gaz/hava, su/serum, bir yüzey aktif madde bulunmasına ilaveten bir enerji girdisine (karıştırma, çalkalama vb.) gereksinim vardır [25]. Süt esaslı köpük ürünlerde fiziko-kimyasal özellikleri ve diğer süt bileşenleri ile interaksyonları nedeniyle ürünün köpük stabilitesi ve yapısal özelliklerini belirleyen başlıca unsur süt proteinleridir [25]. Süt protein molekülleri polar ve non-polar grupları içeren yüzey aktif maddelerdir. Köpüklenme aşamasında proteinler oluşan hava kabarcıklarının etrafını bir film tabakası şeklinde kuşatır [26, 27]. Proteinlerin hidrofob (non-polar) grupları hava kabarcığının yüzeyi ile temas halindedir. Diğer uç yani polar grup serum fazına yönelmiştir. Proteinlerin ara yüzeylerde konsantre olması köpüklenmeyi artırır [23]. Yüzey aktif özelliğe sahip olmaları nedeniyle süt proteinleri likit yüzeylerine ve ara yüzeylere adsorbe olarak yüzey ve ara yüzey gerilimini azaltırlar. Süt proteinlerinden kazein, serum proteinlerine göre daha üst düzeyde yüzey aktivite gösterir. Bu nedenle köpük esaslı ürünlerinin özelliklerinin belirginleşmesinde kazeinin rolü daha önemlidir [28]. Anılan proteinler hava/serum ara yüzeylerinde film tabakası oluşturabilirler. Oluşan film tabakası hava kabarcıklarının etrafında bir bariyer oluşturarak hava kabarcıklarının koalesansını engelleyerek köpük stabilitesini sağlarlar. Ayrıca, serum proteinlerinin denatürasyonu, protein-protein interaksyonları köpük stabilitesini artıran önemli değişimlerdir [26, 29]. Dövülmüş kremada (whipped cream), hava kabarcıklarının etrafını kuşatan film tabakasının 4nm olduğu ve büyük oranda β -kazein'den oluştuğu bildirilmektedir [30]. Süt köpüklerinde, proteinlerin oluşturduğu film tabakası visko-elastik nitelik taşımaktadır. Genelde köpük ömrü ara yüzeylerde adsorblanan tabakanın devamlılığına bağlıdır.

Süt köpükleri, diğer bazı ürünlerde (bira, kapuçino vb.) karşılaşılan köpüklerden farklılık sergiler. En belirgin farklılık süt köpüklerinin hava/serum ara yüzeylerinde yağ globüllerinin de yer almasıdır. Meme hücrelerinde endoplazmik retikulumda mikrolipit damlacıkları şeklinde sentezlenen süt yağı, hücre dışına çıkarken etrafı apikal plazma membranı tarafından kuşatılır [31, 32]. Bu membran 'yağ globül membranı' (YGM) olarak tanımlanır. YGM'nin yapısında yüzey aktif maddeler (fosfolipit, proteinler vb) bulunmaktadır. Yayıklama, çarpma vb. mekanik uygulamalar sonucu süt/kremanın bünyesine hava karışır. Havanın ortama girmesiyle oluşan hava/serum ara yüzeylerine YGM' in içerdiği

yüzey aktif maddeler nedeniyle yağ globülleri de taşınmaktadır [33]. Ayrıca, YGM proteinlerinin özellikle serum proteinleri ile ısıyla teşvik edilen interaksyonları [34, 35], süt köpüklerinin stabilitesini artıran başlıca değişimlerdir. Örneğin, dövülmüş kremada, özgül yapının oluşmasında, yağ globülleri, hava kabarcıkları ve plazma/serum bileşenleri arasındaki interaksyonların önemli olduğu belirtilmektedir [36]. İlaveten bir yağ globülünün, adsorbsiyon tabakasına (film tabakası) sahip bir hava kabarcığı ile ilişkili hale gelmesi yağ globülünün kristal faz içerip, içermemesine de bağlıdır. Eğer globül kristal fazı içermiyorsa, globüller arasındaki elektrostatik ve sterik itmeler, globüllerin hava/serum ara yüzeyleri ile temasını engellemektedir. Buna karşın, globüller kristal yağ fazını içeriyorsa, kristal faz adsorbsiyon tabakasına nüfuz ederek, yağ globülleri ile hava kabarcıklarının temasını sağlar [23]. Ayrıca, denatüre β -LG'in çeşitli fosfolipitlerle interaksyonu belirlenmiştir [37]. Sütün içerdiği fosfolipitlerin önemli bölümünün YGM'de bulunduğu göz önünde tutulursa anılan interaksyonun β -LG'nin YGM ilişkili hale gelmesinde protein-lipit interaksyonun da etkili olduğunu göstermektedir. Özetle, süt köpükleri, protein ve yağ tarafından oluşturulan matris ile stabilize edilmiş, gaz/hava fazını içeren yapılar olarak tanımlanabilir.

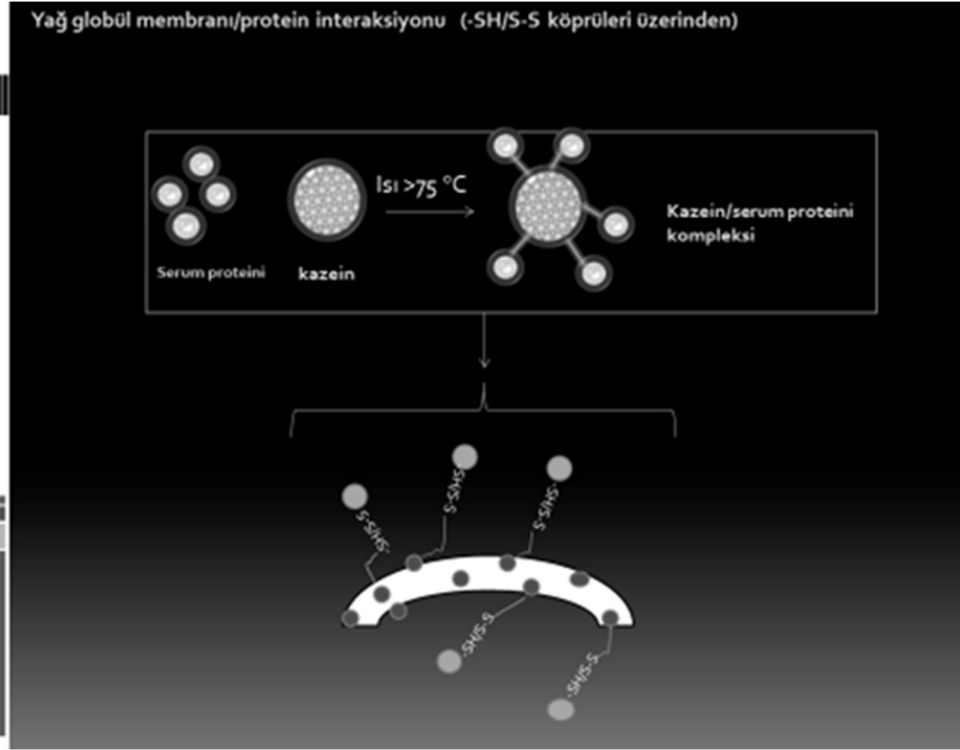
Kaymak Tabakasının Pişirilmesi ve Ortamın Soğutulması

Köpük oluştuktan sonra giderek şiddetini kaybeden ateş üzerinde süt içeren kaplar yaklaşık 2-3 saat bırakılarak kremalaşma ve ortamın soğuması sağlanır (yaptığımız ön çalışmalarda bu aşamada ortam sıcaklığının yaklaşık 60°C'den 20-30°C düştüğü belirlenmiştir). Ortamın sıcak olması serum fazının viskozitesini azaltarak, yağ globüllerinin kremalaşma eğilimini artırmaktadır. Serum fazına göre daha düşük yoğunluğa sahip süt yağı yüzeye doğru yükselerek proteinlerin kuşattığı hava kabarcıklarından oluşan matris yapısına girerek protein-yağ kompleks yapısını karakterize eden tekstürel özelliğin ortaya çıkmasını sağlarlar. Bu aşamada ortamın göreceli olarak soğuması da protein-yağ kompleks yapısının güçlenmesine sebebiyet vermektedir. Süt yağındaki yağ asitleri, -40°C ile +40°C arasında kısmen likit, kısmen kristal formda bulunurlar [38]. Bu sıcaklıklar arasında ortam sıcaklığının azalmasına paralel kristal yağ fazı artar. Kristal yağ fazının varlığı iki değişime kaynaklık eder. Birincisi, YGM dışına doğru çıkıntı yapan yağ kristalleri birbirine yakın globüller arasındaki film tabakasına nüfuz ederek yağ globüllerinin agregatlaşmasına (kısmi koalesans) katkıda bulunur. İkincisi ise, kristal faz hava/serum ara yüzeylerindeki adsorbsiyon tabakasına nüfuz ederek yağ globülleri ile hava kabarcıklarının temasını sağlar [39, 40]. Ayrıca, köpürtme aşamasında ortama giren hava miktarındaki artışa paralel köpük giderek yoğunlaşır ve yüzey gerilimi artar. Yüzey geriliminin artması ile yağ globülleri köpük içine çekilerek konsantre hale gelir [41]. Dolayısıyla, yağ globülleri ile hava kabarcıklarının ilişkili hale gelmesinde bu değişimin de etkiliidir.

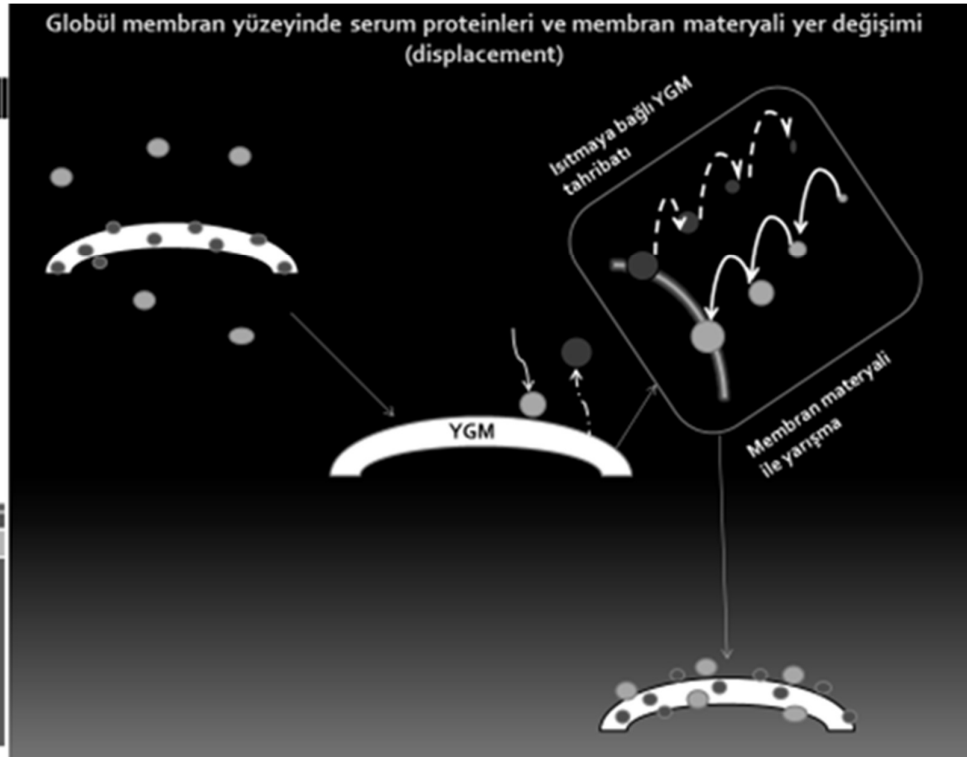
Yukarıda belirtilen temel üretim aşamalarından sonra bir bıçak yardımıyla kaplardan alınıp, gölgelik bir ortamda

kurutulmaktadır. Kurutma, kuru kaymağın süpürge otu veya kalbur üzerine serilmesi ile gerçekleştirilmektedir.

Kuru kaymağın oluşumdaki temel değişimler tarafımızca şematize edilmiş ve Şekil 1-4'te verilmiştir.



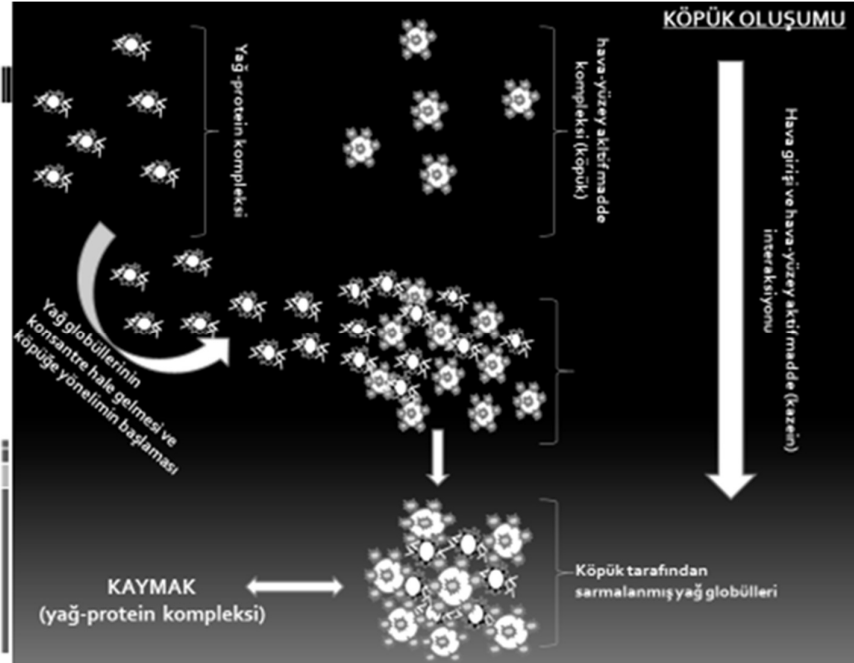
Şekil 1. Yağ globül membran protein interaksyonu*
*: Sarı ile gösterilenler serum proteinleri; kırmızı ile gösterilenler YGM proteinleridir.



Şekil 2. Globül membran yüzeyinde serum proteinleri ve membran materyali yer değişimi



Şekil 3. Isı uygulaması ve/veya serum proteini



Şekil 4. Köpük oluşumu

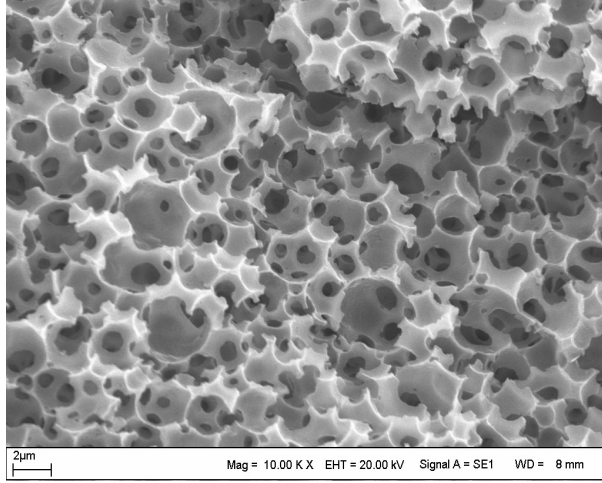
Ayrıca, kuru kaymağın mikro tekstürel yapısı hakkında yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen elektron mikroskobu görüntüleri Şekil 5-7'de verilmektedir. Mikrostrüktürel yapıyı ortaya koyan görüntülerde, yağ kabarcıklarının etrafını kuşatan protein nitelikli adsorbsiyon tabakası açık bir şekilde görülmektedir. Ürünün kurutulması aşamasında adsorbsiyon tabakası şeklini korumuştur. Küre şeklindeki hava kabarcıklarının etrafını kuşatan adsorbsiyon tabakasının yukarıda açıklanan değişimler sonucu oldukça sağlam bir nitelik kazandığı ileri sürebilir. Özellikle ortamın soğutulması evresinde yüzeye yükselen yağ globülleri hava

kabarcıklarının içini doldurması sonucu Kuru Kaymağın özgün yapısı ortaya çıkmaktadır.

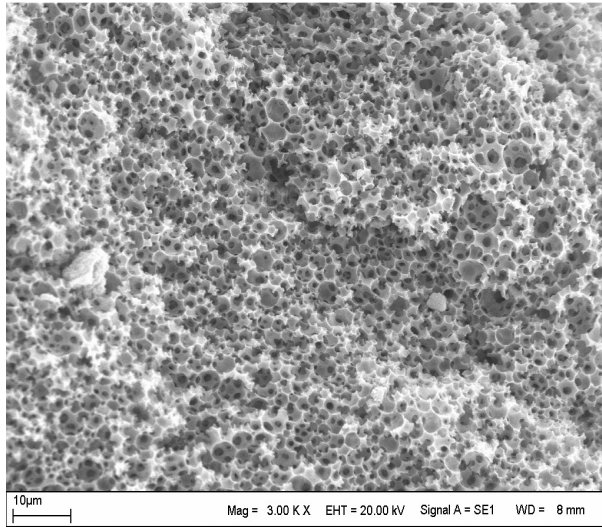
SONUÇ

Dünya'da geleneksel ürünlere ilgi son yıllarda önemli düzeyde artmıştır. Ürünlerin, geleneksel yöntemlerle, belirli bölgelerde üretilmesi amaç olarak benimsenmiştir. Diğer bir ifade ile 'orijine uygunluk' (designation of origin) ve coğrafi işaretlere uygunluk (protected geographic indication) dikkate alınmaktadır [42]. Bu durum, ülkemiz açısından da son derece önemlidir.

Çünkü birçok Avrupa ülkesi geleneksel ürünlerini tescil ettirerek, söz konusu ürünlerin kendi bölgeleri dışında üretilmesini engellemişlerdir.



Şekil 5. Kuru kaymak örneğinde 10000 x büyütme ile SEM elektron mikroskobu görüntüleri

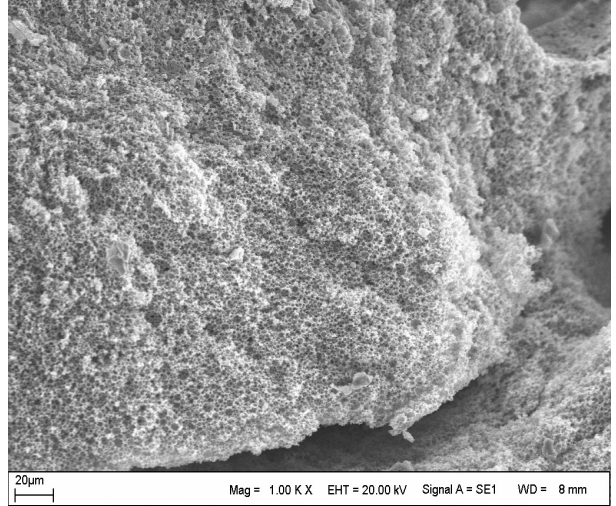


Şekil 6. Kuru kaymak örneğinde 3000 x büyütme ile SEM elektron mikroskobu görüntüleri

Kuru kaymak, ülkemiz genelinde pek bilinmemesine karşın, Nevşehir, Sivas, Malatya, Erzincan gibi yörelerde üretilmektedir. Günümüzde Kuru Kaymak, Kaymaklı (Nevşehir) Belediyesi'nce ilçe adına tescil ettirilmiştir. Kaymaklı'da her yıl kaymak festivali düzenlenmektedir. Kuru Kaymak, ~0.5 cm kalınlığında bir film tabakası şeklinde, pürüzlü yüzeye sahiptir. Uzun süre bozulmadan oda sıcaklığında depolanabilen bu ürün, sütle veya ballı sütle ıslatılarak tüketildiği gibi, sabah kahvaltı sofralarında kuru haliyle de tüketilmektedir.

Ancak, kuru kaymak üzerine yapılmış bilimsel bir çalışma olmaması büyük bir eksiklik. Dolayısıyla, Kuru Kaymağa ilişkin literatür bilgisi bulunmamaktadır. Öncelikle kuru kaymağın nitelikleri, geleneksel üretim yöntemi ve üretim parametrelerinin değişim genişliğinin saptanması gerekmektedir. Bu çalışmalar yapıldıktan

sonra ürün verimliliği ve dayanımı esas alınarak üretim parametrelerinin optimizasyonu bağımsız araştırmalar kapsamında incelenmelidir.



Şekil 7. Kuru kaymak örneğinde 1000 x büyütme ile SEM elektron mikroskobu görüntüleri

KAYNAKLAR

- [1] Çakmakçı, S., Hayaloğlu, A., 2011. Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of İspir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *Int. J. Dairy Technol.* 64(3): 444-450.
- [2] Öztürk, M., Tarihsiz. Kuru Kaymağın Bazı Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- [3] Hollar, C.M., Paris, N., Hsieh, A., Cockley, K.D., 1995. Factors affecting the denaturation and aggregation of whey proteins in heated whey protein concentrate mixture. *J. Dairy Sci.* 78(2): 260-267.
- [4] Cho, Y., Singh, H., Creamer, L.K., 2003. Heat induced interactions of β -lactoglobulin A and K-casein B in a model system. *J. Dairy Res.* 70: 713-722.
- [5] Özer, B., 2001. Konsantre yoğurt jeli oluşumunda etkili faktörler. I. SH/S-S tiol/disülfid ara değişim reaksiyonlarının rolü. *Gıda* 26(5): 353-358.
- [6] Hill, A.R., 1989. The β -lactoglobulin- K-casein complex. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* 22(2): 120-123.
- [7] Shimada, K., Cheftel, J.C., 1989. Sulphydryl group/disulfide bond interchange reactions during heat induced gelation of whey protein isolate. *J. Agric. Food Chem.* 37: 161-168.
- [8] Doi, H., Tokuyama, T., Kuo, F.H., Ibuki, F., Kanamori, M., 1983. Heat induced complex formation between κ -casein and α -lactalbumin. *Agricultural and Biological Chemistry* 47: 2817-2824.
- [9] Hong, Y.H., Creamer, L.K., 2002. Changed protein structures of bovine β -lactoglobulin B and α -

- lactalbumin as a consequence of heat treatment. *Int. Dairy J.* 12: 345-359.
- [10] Havea, P., Singh, H., Creamer, L.K., 2001. Characterization of heat induced aggregates of β -lactoglobulin, α -lactalbumin and bovine serum albumin in a whey concentrate. *J. Dairy Res.* 68: 483-497.
- [11] Schokker, E.P., Singh, H., Pinder, D.N., Norris, G.E., Creamer, L.K., 1999. Characterization of intermediates formed during heat induced aggregation of β -lactoglobulin A, B at neutral pH. *Int. Dairy J.* 10: 791-800
- [12] Manderson, G.A., Hardmen, M.J., Creamer, L.K., 1998. Effect of heat treatment on the conformation and aggregation of β -lactoglobulin A, B and C. *J. Agric. Food Chem.* 46: 5052-5061.
- [13] Özer, B., 1997. Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). Doktora Tezi. The University of Reading, Reading, UK.
- [14] Kristensen, A., Nylander, T., Paulsson, M., Carlsson, A., 1997. Calorimetric studies of interactions between β -lactoglobulin and phospholipids in solution. *Int. Dairy J.* 7: 87-92.
- [15] Diaz de Villegas, M.C., Oria, R., Salva, F.I., Calvo, M., 1987. Lipid binding by β -lactoglobulin of cow milk. *Milchwissenschaft* 42: 357-358.
- [16] Papiz, M.J., Sawyer, L., Eliopoulos, E.E., North, A.C.T., Findly B.C., Sivaprasadarao, R., Jones T.A., Newcomer, M.E., Kraulis, P.J., 1986. The structure of β -lactoglobulin. *J. Dairy Sci.* 67: 1699-1706.
- [17] Puyol, P., Perez, M.P., Peiro, J.M., Calvo, M., 1994. Effect of binding of retinol and palmitic acid to bovine β -lactoglobulin on its resistance to thermal denaturation. *J. Dairy Sci.* 77: 1494-1502.
- [18] Brown, E., 1984. Interaction of β -lactoglobulin and α -lactalbumin with lipids. A Review. *J. Dairy Res.* 67: 713-722.
- [19] Eralp, M., 1968. Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- [20] Adam, R.C., 1955. Lüle Kaymağı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı Fasikül 3, Ankara.
- [21] Muhlis, E., İzmen E.R., 1934. Sütçülük. Resimli Ay Basımevi, İstanbul.
- [22] Walstra, P., Jenness, R., 1984. Dairy Chemistry and Physics. A Wiley-Interscience Publication, Boca Raton.
- [23] Levy, M. I., 2006. The Effect of Composition and Processing of Milk and Foam Characteristics a Measured by Steam Frothing. A Thesis B.S., University of Illinois, USA.
- [24] Huppertz, T., 2010. Foaming properties of milk. A Review of the influence of composition and processing. *Int. J. Dairy Tech.* 64(3): 477-488.
- [25] Kamath, S., Huppertz, T., Houlihan, A.V., Deeth, H.C., 2008. The influence of temperature on foaming of milk. *Int. Dairy J.* 18 (10-11): 994-1002.
- [26] Sandrine, R., Catherine, S., Celine, V., Sophie, V., 2005. Foam stability and interfacial properties of milk protein surfactant systems. *Food Hydrocolloids* 19: 467-478.
- [27] Indrawati, L., Wang, Z., Narsimhan, G., Gongalez, G., 2008. Effect of processing parameters on foam formation using a continuous system with a mechanical whipper. *J. Food Eng.* 88(1): 65-74.
- [28] Indrawati, L., Narsimhan, G., 2006. Characterization of protein stabilized foam formed in continuous shear mixing apparatus. *J. Food Eng.* 88(4): 456-465.
- [29] Changade, S.P., Bahandari, P.N., Chapake, J.S., Shinde, N.W., 2009. Foaming in food systems. *J. Dairying Food and Home Sci.* 28(1): 26-30.
- [30] Prentice, J.H., 1992. Dairy Rheology A Concise Guide. V.C.H Publishers, U K.
- [31] Fox, P.F., McSweeney, P.H.L., 1998. Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic and Professional.
- [32] Singh, H., 2006. The milk fat globule membrane. A biophysical system for food applications. *Current Opinion in Colloid Interface Science* 11(2-3): 154-163.
- [33] Bylund, G., 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, Sweden.
- [34] Kim, H. H. Y., Flores, R. J., 1995. Heat induced interactions between the proteins of milk fat globule membrane and skim milk. *J. Dairy Sci.* 78: 24-35.
- [35] Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd., İzmir.
- [36] Ye A., Singh, H., Taylor, M., Anema, S., 2004. Interaction of whey proteins with milk fat globule membrane proteins during the heat treatment of milk fat. *Lait* 84: 269-283.
- [37] Jakubczyk, E., Niranjan, K., 2006. Transient development of whipped cream properties. *J. Food Eng.* 77: 79-93.
- [38] Huppertz, T., Kelly, A.L., Fox, P.F., 2009. Milk Lipids: Composition, origin and properties. In: Dairy Fats and Related Products (Tamime A Y ed):245-281.
- [39] Walstra, P., 1995. Physical chemistry of milk fat globules. In: Advanced Dairy Chemistry 2: Lipids (Fox P F ed): 131-173.
- [40] Wright, A.J., Marangoni, A.G., 2006. Crystallization and rheological properties of milk fat. In: Advanced Dairy Chemistry Lipids, Vol 2:3 (Fox P F, Sweeney P H L eds): 245-281.
- [41] Atamer, M., 2014. Tereyağı Teknolojisi. Alınmıştır: Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1560 (Yetişemiyen A. ed):177-227.
- [42] Aşar, Y.K., Kılıç, A., Yüceer, Y., Evrendilek, G.A., Aşar, A., 2003. Bölgesel süt endüstrisinin gelişiminde 'orijine uygunluk' sistemi ve Avrupa'daki uygulamaları. GAP 3. Tarım Kongresi. Şanlıurfa.