

# HOMOJENİZASYON VE PASTÖRİZASYONUN BEYAZ PEYNİR VE PEYNİRALTI SUYU BİLEŞİMİNE ETKİSİ

Yusuf Tunçtürk, Seval Andiç\*, Elvan Ocak

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / Received: 15.11.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 01.06.2009

Kabul tarihi / Accepted: 10.06.2009

## Özet

Bu çalışmada, farklı homojenizasyon basınçları (10 MPa ve 20 MPa) ve pastörizasyonun (65 °C'de 30 dakika) Beyaz peynir ve peyniraltı suyunun bileşimine etkisi incelenmiştir. Beyaz peynirler geleneksel yöntemle üretilmiştir. Peynir üretiminden sonra, peynir ve peyniraltı suyu kimyasal bileşim açısından analiz edilmiştir. Ayrıca peynir randımanı ve örneklerin kalsiyum içerikleri de belirlenmiştir. Belirlenen peynir randımanı, örneklerin ortalama kurumadde oranları dikkate alınarak düzeltilmiş randıman değerlerine dönüştürülmüştür.

Peynir örneklerinin düzeltilmiş randıman değerleri homojenize ve pastörize örneklerde artmıştır. Homojenize peynir örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ oranları yüksek çıkarken, kurumaddede protein ve kurumaddede kül oranları düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar homojenizasyon basıncına bağlı olarak peynir kitlesinde kalan yağ miktarının artmasından kaynaklanmıştır. Pastörizasyon işlemi peynir örneklerinin kül ve kalsiyum miktarını arttırmıştır. Sonuç olarak homojenizasyon ve pastörizasyon işlemlerinin Beyaz peynirin bileşimi üzerine olumlu etki yaptığı söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Beyaz peynir, peyniraltı suyu, homojenizasyon, pastörizasyon

## THE EFFECT OF HOMOGENIZATION AND PASTEURIZATION ON WHITE CHEESE AND WHEY COMPOSITION

### Abstract

In this study it was aimed to investigate the effect of different homogenization pressures (10 MPa and 20 MPa) and pasteurization (at 65 °C for 30 minutes) on the composition of White cheese and whey. Cheeses were produced according to traditional methods. Fresh cheeses and their whey were analyzed for chemical composition after production. Cheese yields and calcium contents of samples were also determined. Obtained actual cheese yields were converted into adjusted yield based on their average dry matter content. Adjusted yield of cheese increased in homogenized and pasteurized samples. While dry matter, fat and fat in dry matter content of cheese were higher; protein in dry matter and ash in dry matter of cheese samples were lower in homogenized samples. These results can be attributed to more retain rate of fat in cheese mass depending on homogenization pressure. Pasteurization process increased ash and calcium content of cheese samples. Consequently, it can be said that pasteurization and homogenization processes had positive effects on White cheese composition.

**Keywords:** White cheese, whey, homogenization, pasteurization

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author ;

sevalandic@yyu.edu.tr, (+90) 432 225 1701, (+90) 432 225 1704

## GİRİŞ

Süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ve genellikle 18-20 MPa basınçta uygulanan iki basamaklı homojenizasyon sütün depolanması aşamasında kaymak bağlamasını engellemektedir (1, 2). Sütün homojenizasyonu sütteki yağ globüllerinin ortalama çapı 2.5-5.0 µm'den 1 µm'in altındaki değerlere düşer (3-6) ve buna bağlı olarak yeni oluşan yağ globüllerinin yüzey alanları yaklaşık olarak 4-10 kat artar (7, 8). Sütün yapısında bulunan yağ globüllerinin çevreleri fosfolipt - protein kompleksinden oluşmuş 5-10 nm kalınlığında bir membranla kuşatılmıştır. Membranda ayrıca steroller, enzimler ve bazı iz elementler de vardır. Söz konusu membranlar bir emülgatör gibi etki yaparak, yağ küreciklerinin sütte emülsiyon durumunda bulunmalarını ve emülsiyonun stabilizasyonunu sağlarlar. Ancak, süt homojenize edildiğinde yağ kürecikleri daha küçük taneciklere bölünür, membranda ve ayrıca proteinlerin yapısında da çeşitli değişiklikler gerçekleşir ve böylece sütün bazı özelliklerinde, peynir teknolojisi açısından çeşitli değişimler ortaya çıkar. Sütün peynir mayasıyla pıhtılaşma süresi biraz kısalır, fakat düşük düzeyde sinerezis meydana geldiğinden yumuşak pıhtı elde edilir (9, 10). Ayrıca peyniraltı suyuna daha az miktarda yağ geçer, peynirde kalan süt kurumaddesi, özellikle yağın peynir telemesinde tutulma oranı artar. Böylece peynir randımanı yükselir (11-13).

Sütün homojenize edilmesi sonucunda yağ globülleri üzerinde bulunan yağ membranının yapısı bozulmaz, ancak yeni oluşan fazla sayıdaki yağ globüllerinin yüzeylerini kaplamada yetersiz kalır. Ortamda bulunan aktif proteinler, özellikle kazein miselleri yeni oluşan yağ globüllerinin yüzeyini sararak onların tekrar bir araya gelmesini engeller (3, 14, 15).

Homojenize edilmiş süt ısıtıldığında ise serum proteinleri (β-laktoglobulin ve α-laktoalbumin) yağ globülleri ile interaksiyona girer ve kazein üzerine adsorbe olur (4). Homojenizasyonun süt ürünlerinin özellikleri üzerine birçok olumlu etkisinin yanında, zayıf yapı ve tekstür oluşmasına neden olması, esnekliği ve eriyebilirliği azaltması gibi olumsuz etkileri de vardır (12).

Çiğ süttten işlenen peynirlerde süt proteinlerinin ancak %75-80 kadarı peynir kitlesinde kalmakta, geri kalan süt proteinleri ise peyniraltı suyuna geçmektedir. Yapılan çalışmalarla süte uygulanacak ısıl işlemle, peyniraltı suyuna geçen proteinlerin kısmen peynir yapısında tutulabileceği gösterilmiştir (16).

Çiğ süttten işlenen peynirler hastalık yapıcı birçok patojen mikroorganizma için kaynak olabilir. Bu nedenle peynire işlenecek sütteki mikroorganizmaların öldürülmesi, etkinliklerinin önlenmesi veya süttten uzaklaştırılması gerekmektedir. Sütteki mikroorganizmaların elemine edilmesinde kullanılan en yaygın yöntem, süte ısıl işlem uygulanmasıdır (17, 18). Pastörizasyon uygulamasıyla sütte bulunan patojen mikroorganizmaların tamamı, saprofitlerin ise çok büyük kısmı tahrip edilir. Peynir verimi artar. Bu artış, serum proteinlerinin denatüre olarak peynir kitlesinde kalmasına ve ayrıca pıhtının yağ tutma yeteneğinin artmasına bağlanmaktadır (19).

Bu çalışmada, peynire işlenecek süte uygulanan farklı homojenizasyon basınçlarının ve pastörizasyonun Beyaz peynir ve peyniraltı suyunun bileşimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Deneme peynirlerinin üretiminde kullanılan inek sütü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Süt İşletmesi'nden temin edilmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasallar, analiz çeşidine uygun analitik saflık derecesinde olup, çeşitli firmalardan temin edilmiştir (Merck, Almanya; Sigma-Aldrich, ABD; Delta, Türkiye).

### Metot

#### Peynir yapımı

İnek sütü 55 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup süt homojenize edilmemiş, ikinci grup süt 10 MPa ve üçüncü grup süt ise 20 MPa basınçta homojenize edilmiştir (Giusti Corp., Wellingborough, Northants, UK). Daha sonra her grup süt iki kısma ayrılmış, birinci kısım süt 65 °C'de 30 dakika pastörize edilmiş, ikinci kısım süt ise çiğ olarak peynir yapımında kullanılmıştır. Böylece toplamda altı grup peynir üretilmiştir. Beyaz peynirler geleneksel yöntemle üretilmiştir. Birinci kısım sütler 65 °C'de 30 dak. Pastörize edilmiştir. Daha sonra 33 °C'ye soğutulan sütlere %1 oranında starter kültür (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; 1:1) ilave edilerek 30 dak. beklenmiştir. Hem pastörize edilmiş, hem de çiğ sütlere 150 ppm CaCl<sub>2</sub> ilave edilmiştir. Sütlere 80 dak. içerisinde pıhtılaşacak miktarda mikrobiyel rennet ilave edilmiş ve pıhtılaşma göz-

lendikten 15 dak. sonra pıhtı işenerek suyunu salması sağlanmıştır. Bundan sonra pıhtı cendere bezine aktarılmış ve baskıya alınmıştır. Üç saat baskıda kalan peynir pıhtısı 8x8x5 ebatlarında kesilerek plastik kutulara aktarılmıştır (20). Analizler, Beyaz peynir örnekleri baskıdan alındıktan hemen sonra tuzlama yapılmadan gerçekleştirilmiştir.

Üretilen taze Beyaz peynir ve peyniraltı suyu örneklerinin kurumadde, yağ ve kül analizleri AOAC'de (21) verilen yöntemlere göre yapılmıştır. Örneklerin toplam azot oranları mikro Kjeldahl yöntemiyle (Şimşek, Ankara, Türkiye) belirlenmiş ve elde edilen değerler 6.38 faktörüyle çarpılarak protein miktarları hesaplanmıştır (21). Kurumadde yağ, kurumadde protein ve kurumadde kül oranları ise hesaplama yöntemiyle elde edilmiştir. Örneklerin pH değerleri HANNA marka pH metre (HANNA Instruments, Italy) kullanılarak ölçülmüştür. Deneme örneklerinin kalsiyum içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Varian Tecthron Model AAS 1000, Varian Associates, Palo Alto, CA, ABD) kullanılarak belirlenmiştir (21). Peynir örneklerinin randıman değerleri ortalama kurumadde miktarları üzerinden aşağıdaki formül kullanılarak düzeltilmiş randıman değerlerine dönüştürülmüştür.

Düzeltilmiş randıman (%) = [ham randıman x (100 - peynirin nem oranı) / (100 - peynir örneklerinin ortalama nem oranı)] (13).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan sütün ortalama kurumadde oranı %12.31, yağ oranı %3.9, protein oranı %3.18, kül oranı %0.64 ve kalsiyum oranı 386.38 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çalışmada üretilen Beyaz peynir örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den görüleceği gibi, peynir örneklerinin düzeltilmiş randıman değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamasına ( $P>0.05$ ) rağmen, homojenize ve pastörize örneklerin düzeltilmiş randıman değerleri artmıştır. Metzger ve Mistry (13) homojenize süttten üretilen peynirlerin randımanlarının, homojenize edilmemiş sütlere elde edilenlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar randıman artışının temel sebebinin, homojenize örneklerin peynir pıhtısında daha fazla yağ tutulması olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, peynir örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumadde yağ oranları homojenize

örneklerde yüksek iken, peynir örneklerinin kurumadde protein ve kurumadde kül oranları ile peyniraltı suyu örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumadde yağ oranları homojenize örneklerde homojenize olmayanlara göre daha düşük bulunmuştur. Homojenizasyon işlemi, sütte yağ globüllerinin çaplarının küçülmesini sağlamasının yanında süt proteinlerinin yapısında da bazı değişiklikler meydana getirir. Böylece peynir üretiminde, peyniraltı suyuna daha az oranda yağ geçer, süt kurumadde ve yağın peynir telemesinde tutulma oranı artar (19, 12). Sonuçta yapılan çalışmada homojenize süttten üretilen peynir örneklerinin kurumadde oranlarının, homojenize edilmemiş süttten üretilen peynirlerin kurumadde oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Homojenize sütlere yapılan peynirlerde su tutma kapasitesinin yükseldiği bildirilmektedir (22). Bu çalışmada bulunan sonuçlar, homojenizasyon işleminin peynir örneklerinin yağsız kurumadde kalan nem oranlarında önemli bir değişikliğe yol açmadığını göstermiştir. Peynir örneklerinin kurumadde miktarlarındaki farklılık ise temel olarak peynir ortamında tutulan yağ değerlerinin farklılığından kaynaklanmıştır. Guinee (23) homojenizasyon işleminin peynirde tutulan nem oranını arttırmasının, ancak 20 MPa'dan daha yüksek basınç değerlerinde belirgin hale geldiğini bildirmektedir. Bu çalışmada kullanılan en yüksek homojenizasyon basıncı 20 MPa olduğundan, homojenizasyon işleminin peynir ortamında daha fazla su tutulmasını sağlayan etkisinin yetersiz kaldığı, buna bağlı olarak homojenize süttten yapılan peynirlerle diğer peynirler arasında yağsız kurumadde tutulan nem miktarları arasında istatistiksel olarak bir farklılık oluşmadığı söylenebilir.

Süte uygulanan homojenizasyon basıncının artmasına bağlı olarak peynir örneklerinin yağ miktarı artmıştır, buna bağlı olarak peyniraltı suyu örneklerinin yağ miktarı ise azalmıştır. Bilindiği gibi süte uygulanan homojenizasyon işlemi ile süt yağı daha küçük ve daha fazla sayıda taneciklere parçalanırken, kazein miselleri, yeni oluşan yağ taneciklerinde yer almakta ve tanecikler zarda bulunan kazeinin pıhtılaşmasına dayalı olarak kafes örgüsü şeklindeki yoğun ağ yapısı içerisinde daha sıkı bağlanabilmektedir (4, 13, 19).

Çalışmada pastörize peynir örneklerinin kurumadde oranlarının, pastörize olmayan örneklerin kurumadde oranlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çizelge 1'e bakıldığında, pastörize

Çizelge 1. Beyaz peynir örneklerinin kimyasal bileşimi

	Peynir örnekleri					
	Çiğ 0	Çiğ 1	Çiğ 2	Pas. 0	Pas. 1	Pas. 2
Düzeltilmiş randıman (%)	20.11 <sup>a</sup>	20.20 <sup>a</sup>	20.85 <sup>a</sup>	20.12 <sup>a</sup>	21.74 <sup>a</sup>	21.35 <sup>a</sup>
Kurumadde (%)	35.72 <sup>ab</sup>	36.76 <sup>ab</sup>	37.48 <sup>a</sup>	33.40 <sup>c</sup>	35.38 <sup>b</sup>	36.44 <sup>ab</sup>
Protein (%)	13.69 <sup>a</sup>	13.67 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	12.71 <sup>b</sup>	13.30 <sup>ab</sup>	13.14 <sup>ab</sup>
Kurumaddede Protein (%)	38.32 <sup>a</sup>	37.20 <sup>ab</sup>	36.68 <sup>ab</sup>	38.06 <sup>ab</sup>	37.59 <sup>ab</sup>	36.06 <sup>b</sup>
Yağ (%)	20.25 <sup>cd</sup>	21.25 <sup>abc</sup>	22.25 <sup>a</sup>	19.00 <sup>d</sup>	20.75 <sup>bc</sup>	21.75 <sup>ab</sup>
Kurumaddede yağ (%)	56.68 <sup>c</sup>	57.8 <sup>bc</sup>	59.35 <sup>a</sup>	56.88 <sup>c</sup>	58.63 <sup>ab</sup>	59.68 <sup>a</sup>
Kül (%)	1.02 <sup>bc</sup>	0.96 <sup>c</sup>	0.92 <sup>c</sup>	1.23 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	1.18 <sup>ab</sup>
Kurumaddede kül (%)	2.87 <sup>bc</sup>	2.61 <sup>c</sup>	2.46 <sup>c</sup>	3.68 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	3.24 <sup>ab</sup>
Kalsiyum (mg/kg)	1490.5 <sup>cd</sup>	1211.7 <sup>d</sup>	1254.4 <sup>d</sup>	1661.3 <sup>bc</sup>	1959.2 <sup>ab</sup>	2053.4 <sup>a</sup>
pH	5.57 <sup>bc</sup>	5.46 <sup>c</sup>	5.48 <sup>c</sup>	5.91 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.84 <sup>ab</sup>

Açıklama: Çiğ 0: Homojenize edilmemiş çiğ; Çiğ 1: 10 MPa basınçta homojenize edilmiş çiğ; Çiğ 2: 20 MPa basınçta homojenize edilmiş çiğ; Pas. 0: Homojenize edilmemiş pastörize; Pas. 1: 10 MPa basınçta homojenize edilmiş pastörize; Pas. 2: 20 MPa basınçta homojenize edilmiş pastörize.

<sup>a-d</sup>: Aynı satırda, aynı harflerle işaretlenmiş örnekler istatistiksel olarak ( $P < 0.05$ ) birbirinden farklıdır.

peynir örneklerinin düzeltilmiş randıman değerlerinin, pastörize olmayanların düzeltilmiş randıman değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Süte uygulanan ısı işlem sonucunda, serum proteinleri yapısal değişikliğe uğramakta ve kısmen çökmektedir. Böylece serumun viskozitesi yükselmekte, pıhtı ve telemeden peynir suyu çıkışı güçleşmektedir (19, 24). Bu bilgilerin ışığı altında yaptığımız çalışmada pastörize peynir örneklerinin kurumadde oranlarının, pastörize olmayanlara göre daha düşük çıkmasının nedeni, ısı işlemin etkisiyle yapıda fazla miktarda peyniraltı suyu tutulmasına bağlanabilir. Ancak eşit kurumadde değeri üzerinden hesaplanan düzeltilmiş randıman değerlerine bakıldığında, gerçekten de pastörizasyon işleminin peynir üretiminde randımanı arttırdığı görülmektedir. Randıman artışını sağlayan ise, ısı işlem etkisiyle serum proteinlerinin özellikle  $\beta$ -laktoglobulin denatüre olarak çökmesi ve kazein misellerine bağlanarak peynir kitlesinde kalmasıdır (19, 24). Benzer sonuçlar Lucey ve Kelly (25), Kosikowski ve Mistry (26) ve Bulut ve Akın (27) tarafından da bildirilmiştir.

Atasoy ve Türkoğlu (28) Urfa peynirinin bileşim ve serbest yağ asitleri içeriği üzerine sıcaklığın ve starter kültürlerin etkilerini inceledikleri çalışmada taze peynirin kurumadde oranlarını %54.7±0.52 (çiğ süt), %53.8±0.42 (65 °C'de 20 dak ısı işlem ve mezofilik kültür) ve %53.3±0.36 (65 °C'de 20 dak ısı işlem ve termofilik kültür) olarak bulmuşlardır. Aynı örneklerin pH değerleri ve kurumaddede yağ

oranları sırasıyla 5.08±0.11, 4.73±0.04, 5.07±0.03; %48.8±1.00, %47.6±1.52, %46.6±1.40 olarak tespit edilmiştir. Urfa peynirinin özellikleri üzerine ısı işlem ve starterlerin etkisinin incelendiği çalışmada randıman değerleri, çiğ süttten işlenen peynirlerde 14.1 g peynir /100 g süt, 65 °C'de 20 dak ısı işlem görmüş süttten işlenen ve mezofilik kültür kullanılan peynirlerde 14.6 g peynir/ 100 g süt ve 65 °C'de ısı işlem görmüş süttten işlenen ve termofilik kültür kullanılan peynirlerde ise 15.5 g peynir/100 g süt olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlardan da görüleceği gibi, ısı işlem görmüş sütlerden işlenen peynirlerde yapıda tutulan fazla miktardaki suya bağlı olarak kurumadde miktarı azalmış gibi görünmektedir. Oysa kurumadde değerleri üzerinden yapılan randıman hesaplamalarında peynir veriminin arttığı görülmektedir (17).

Beyaz peynir sütüne uygulanan pastörizasyon normlarının teleme ve peyniraltı suyunun niteliklerine etkisini araştırmak için yapılan bir çalışmada, 68°C'de 10 dak., 75°C'de 5 dak. ve 85°C'de 5 dak. olmak üzere üç farklı pastörizasyon normu uygulanmıştır. Bu çalışmada uygulanan pastörizasyon normlarından ilk ikisinin telemedeki kurumadde miktarını kontrol örneklerine göre arttırdığı, üçüncü normun ise bir azalışa neden olduğu bildirilmektedir. Yine aynı çalışmada uygulanan pastörizasyon normlarının, yağ ve toplam azot miktarları üzerinde önemsiz, kül miktarında ise önemli düzeyde bir azalışa neden olduğu belirlenmiştir (29).



Heino ve ark (30), peynire işlenecek süte yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemi uygulamasının, peynirdeki yağ miktarını önemli ölçüde azalttığını, kurumadde ve protein oranlarını ise istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalarda, ısıtma işleminin peynir sütüne uygulanan ısıtma işlemi normuna ve peynir çeşidine bağlı olarak, peynir bileşiminde değişiklikler meydana getirebildiği görülmektedir.

Denemede, süte uygulanan pastörizasyon işleminin peynirde tutulan kalsiyum oranını arttırdığı ve bu peynir örneklerinde kül içeriğinin pastörize olmayanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu verilerin tersine olarak, peyniraltı suyu örneklerinde pastörizasyon işleminin kurumadde, kül ve kalsiyum miktarını azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Tek başına homojenizasyon işleminin süttten peynire kalsiyum geçişini azalttığı, ancak pastörizasyonla birlikte kullanıldığında bu geçişi önemli düzeyde arttırdığı görülmüştür (Çizelge 1).

Homojenize çiğ sütlerden işlenen peynirlerde kalsiyum içeriğinin homojenize edilmemiş çiğ sütlerden işlenen peynirlere göre düşük çıkmasının nedeni, bu peynirlerin pH değerlerinin düşük olmasıyla açıklanabilir. Çünkü büyük bir kısmı kazein misellerine bağlı olan kalsiyum, düşük pH değerlerinde iyonlaşarak serbest kalmakta ve baskıya alma sırasında peyniraltı suyuna geçmektedir (31).

“Principle Component Analiz (PCA)” sonuçları, parametreler ve faktörler arasındaki toplam ilişkinin yaklaşık olarak % 79.83’ünün iki bileşenli

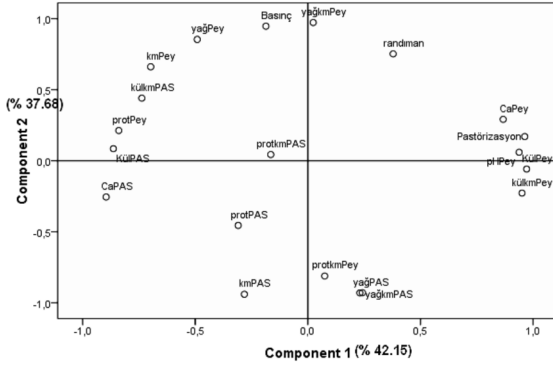
(Component) modelde açıklanabildiğini, bunlar içerisinde birinci bileşenin (Component 1) % 42.15, ikinci bileşenin (Component 2) ise % 37.68 paya sahip olduğunu göstermektedir. Pastörizasyon faktörü ve peynir örneklerinin kurumadde, protein, kül, kurumaddede kül ve kalsiyum oranları ve pH değerleri ile peyniraltı suyunun kül, kurumaddede kül ve kalsiyum oranları daha çok Component 1 ile açıklanırken; basınç faktörü ve peynirlerin randıman, kurumaddede protein, yağ, kurumaddede yağ oranları ile peyniraltı suyunun kurumadde, protein, yağ, kurumaddede yağ oranları ağırlıklı olarak Component 2 ile açıklanmıştır. Şekil 1’den de görüleceği gibi, pastörizasyon faktörü ile Beyaz peynire ait randıman, pH, kalsiyum, kül ve kurumaddede kül değerlerin ve basınç faktörü ile Beyaz peynirin randıman, yağ ve kurumaddede yağ oranları arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki vardır. Diğer taraftan, homojenizasyon ile peynirin kurumaddede protein ve peyniraltı suyunun kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ oranları arasında; pastörizasyon uygulaması ile peynirin protein ve kurumadde oranları ve peyniraltı suyunun da kalsiyum ve kül oranları arasında önemli düzeyde negatif ilişki olduğu görülmektedir. Genel bir değerlendirme yapılırsa, pastörizasyonla Beyaz peynirde kalsiyum içeriğinin, homojenizasyonla ise kurumadde ve yağ içeriğinin yükseldiği görülmektedir. Peynirin randıman değeri ise hem pastörizasyon, hem de homojenizasyonla yükselmiştir (Şekil 1).

Çizelge 2. Peyniraltı suyu örneklerinin kimyasal bileşimi

	Peyniraltı suyu örnekleri					
	Çiğ 0	Çiğ 1	Çiğ 2	Pas. 0	Pas. 1	Pas. 2
Kurumadde (%)	6.93 <sup>a</sup>	6.67 <sup>c</sup>	6.55 <sup>d</sup>	6.82 <sup>b</sup>	6.46 <sup>d</sup>	6.30 <sup>e</sup>
Protein (%)	1.04 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>
Kurumaddede Protein (%)	15.05 <sup>a</sup>	16.49 <sup>a</sup>	14.89 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	14.91 <sup>a</sup>	16.05 <sup>a</sup>
Yağ (%)	0.40 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>
Kurumaddede Yağ (%)	5.77 <sup>a</sup>	1.50 <sup>b</sup>	0.76 <sup>b</sup>	6.59 <sup>a</sup>	1.55 <sup>b</sup>	0.79 <sup>b</sup>
Kül (%)	0.54 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>
Kurumaddede Kül (%)	7.81 <sup>a</sup>	8.69 <sup>a</sup>	8.65 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	7.66 <sup>a</sup>	8.04 <sup>a</sup>
Kalsiyum (mg/kg)	422.8 <sup>b</sup>	506.5 <sup>a</sup>	488.7 <sup>a</sup>	384.1 <sup>bc</sup>	299.8 <sup>c</sup>	302.0 <sup>c</sup>

Açıklama: Çiğ 0: Homojenize edilmemiş çiğ; Çiğ 1: 10 MPa basınçta homojenize edilmiş çiğ; Çiğ 2: 20 MPa basınçta homojenize edilmiş çiğ; Pas. 0: Homojenize edilmemiş pastörize; Pas. 1: 10 MPa basınçta homojenize edilmiş pastörize; Pas. 2: 20 MPa basınçta homojenize edilmiş pastörize.

<sup>a-e</sup>: Aynı satırda, aynı harflerle işaretlenmiş örnekler istatistiksel olarak ( $P < 0.05$ ) birbirinden farklıdır.



Açıklama: Pey: Beyaz peynir, PAS: Peyniraltı suyu, km: kurumadde, yağkm: kurumaddede yağ, külkm: kurumaddede kül, Ca: kalsiyum, prot: protein, protkm: kurumaddede protein,

Şekil 1. Beyaz peynir ve peyniraltı suyu örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait Principal Component analizi.

## SONUÇ

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, peynire işlenecek süte uygulanan pastörizasyon ve homojenizasyon işlemlerinin, peynir randımanını yükselttiğini ve peyniraltı suyuna geçen yağ miktarını azalttığını göstermiştir. Peynirde kalan kalsiyum içeriği incelendiğinde ise pastörizasyon ve homojenizasyonun birlikte uygulandığı durumlarda, süttten peynire kalsiyum geçişinin önemli ( $P < 0.05$ ) düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Bu durum, süttün çok değerli bir bileşeni olan ve hemen hemen hiç bir gıda maddesinde bu düzeyde bulunmayan kalsiyum kayıplarının azaltılması açısından çok önemlidir. Tek başına homojenizasyon işleminin ise peynirde kalsiyum alkonmasını önemli ölçüde azalttığı ve bu durumun daha çok örneklerin düşük pH değerlerine bağlı olarak geliştiği söylenebilir. Kaliteli, güvenli ve standart peynir elde edilmesi için süte uygulanması önerilen işlemlerden biri olan pastörizasyon (65 °C'de 30 dak.), homojenizasyon işlemiyle birlikte uygulandığında, peynirin randımanını, kurumaddesi ve kurumadde bileşenleri çiğ süttten işlenen peynirlere göre artacak ve peyniraltı suyuna geçen yağ ve kalsiyum oranı azalacaktır. Sonuçta pastörizasyon ve homojenizasyon işlemlerinin peynir bileşimini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

1. McCrae C. 1994. Homogenisation of milk emulsions: use of microfluidizer. *J Soc Dairy Technol*, 47: 26-31.

2. Paquin P. 1999. Technological properties of high pressure homogenisers: the effect of fat globules, milk proteins, and polysaccharides. *Int Dairy J*, 9: 329-335.

3. Sharma SK, Dalglish GD. 1993. Interactions between milk serum proteins and synthetic fat globule membrane during heating of homogenized whole milk. *J Agric Food Chem*, 41: 1407-1412.

4. Walstra P, Geurts TJ, Nooten A, Jellema A, van Boekel MAJS. 1999. *Dairy Technology: Principles of Milk, Properties and Processes*, Marcel Dekker, Inc. New York-Basel, USA, 726p.

5. Hardham JE, Imison BW, French HM. 2000. Effect of homogenisation and microfluidisation on the extent of fat separation during storage of UHT milk. *Aust J Dairy Technol*, 55: 16-22.

6. Dalglish DG, Tosh SM, West S. 1996. Beyond homogenisation: the formation of very small emulsion droplets during the processing of milk by a microfluidizer. *Neth Milk Dairy J*, 50: 135-148.

7. Keenan TW, Moon TW, Pylerski DP. 1983. Lipid globules retain globule membrane material after homogenization. *J Dairy Sci*, 66: 196-203.

8. Walstra P. 1995. Physical chemistry of milk fat globules. In: *Advanced Dairy Chemistry-2: Lipids*, Fox PF (chief ed). London: Chapman & Hall Press, London, UK, pp. 131-178.

9. Walstra P, Van Dijk HJ, Geurts TJ. 1985. The syneresis of curd. I. General considerations and literature review. *Neth Milk Dairy J*, 39: 209-246.

10. Jana AH, Upadhyay KG. 1993. A comparative study of the quality of Mozzarella cheese obtained from un-homogenized and homogenized buffalo milks. *Cultured Dairy Prod J*, 28: 16-22.

11. Tunick MH. 1994. Effects of homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci*, 77: 2487-2493.

12. Nair MG, Mistry VV, Oommen BS. 2000. Yield functionality of Cheddar cheese as influenced by homogenization of cream. *Int Dairy J*, 10: 647-657.

13. Metzger LE, Mistry VV. 1994. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. *J Dairy Sci*, 77: 3506-3515.

14. Oortwijn H, Walstra P. 1979. The membranes of recombined fat globules. 2. Composition. *Neth Milk Dairy J*, 33: 134-154.

15. Dalglish DG, Robson EW. 1985. Centrifugal fractionation of homogenised milks. *J Dairy Res*, 52: 539-546.

16. Benfeldt C, Sorensen J. 2001. Heat treatment of cheese milk: effect on proteolysis during cheese ripening. *Int Dairy J*, 11: 567-574.

17. Atasoy AF, Yetişmeyen A, Türkoğlu H, Özer B. 2008. Effects of heat treatment and starter culture on the properties of traditional Urfa cheeses (a white-brined Turkish cheese) produced from bovine milk. *Food Control*, 19: 278-285.

18. Pandey PK, Ramaswamy HS, St-Gelais D. 2003. Evaluation of pH change kinetics during various stages of Cheddar cheese-making from raw, pasteurized, micro-filtered and high-pressure-treated milk. *Lebensm-Wiss Technol*, 36: 497-506.
19. Üçüncü M. 2004. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt-I*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, Türkiye, 544s.
20. Üçüncü M. 2004. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt-II*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, Türkiye, 692s.
21. AOAC, 1995. Official Methods of Analysis,; 15th Edition, Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC.
22. Lemay A, Paquin P, Lacroix C. 1994. Influence of microfluidization of milk on Cheddar cheese composition. *J Dairy Sci*, 77(10):2871-2879.
23. Guinee TP. 2007. Conversion of milk to curd. In: *Cheese Problems Solved*, McSweeney PLH (chef ed), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, pp 50-69.
24. Metin M. 2001. *Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. 4. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye, 795s.
25. Lucey J, Kelly J. 1994. Cheese yield. *J Soc Dairy Technol*, 47(1): 1-14.
26. Kosikowski FV, Mistry VV. 1997. The yield of cheese. In: *Cheese and fermented milk foods*, Kosikowski FV and Mistry VV (chief ed), Vol. 1. Origins and principles third ed. Westport CT, USA, pp. 622-632.
27. Bulut B, Akın N. 2008. Çiğ ve pastörize süttten işlenen Mihaliç peynirlerinin kimyasal bileşimi ve olgunlaşma sırasında mikrobiyel florasındaki değişimin belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs Erzurum. s 721-724.
28. Atasoy AF, Türkoğlu H. 2008. Changes of composition and free fatty acid contents of Urfa cheeses (a white-brined Turkish cheese) during ripening: Effects of heat treatments and starter cultures. *Food Chem*, 110: 598-604.
29. Yetişmeyen A, Osmanoğlu MA, Kaptan B. 1995. Beyaz Peynir sütüne uygulanan pastörizasyon normlarının teleme ve paynıraltı suyu niteliklerine etkisi. *Gıda* 20(6): 371-382.
30. Heino A, Uusi-Rauva J, Outinen M. 2009. Pre-treatment methods of Edam cheese milk. Effect on cheese yield and quality. *LWT - Food Sci Technol*, xxx:1-7.
31. McSweeney PLH. 2007. Nutritional aspects of cheese. In *Cheese Problems Solved*, McSweeney PLH (chef ed), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, pp 152-157.