

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI EMÜLSİFİYE EDİCİ TUZLARIN YAĞI AZALTILMIŞ
KAYMAĞIN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşen CAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

OCAK 2023

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI EMÜLSİFİYE EDİCİ TUZLARIN YAĞI AZALTILMIŞ
KAYMAĞIN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşen CAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZTÜRK

OCAK 2023

Ayşen CAN tarafından hazırlanan “Farklı Emülsiyer Tuzların Yağı Azaltılmış Kaymağın Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 01.01.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Unvan Adı SOYADI**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Dr. Ertan BOL (Danışman)**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Unvan Adı SOYADI**
Sakarya Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “FARKLI EMÜLSİYE TUZLARIN YAĞI AZALTILMIŞ KAYMAĞIN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(../../2023)

(imza)

Ayşen CAN







TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın tamamlanabilmesi, benim için çok değerli birkaç kişinin ilgileri, destek ve katkılarıyla mümkün olabirmiştir. Öncelikle çalışmalarımın tamamlanabilmesi için desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen Ak Gıda Ar-Ge Merkezi Direktörü Sayın Yasin GÜL'e, yüksek lisans öğrenimim süresince, sınırsız sabrı ve hoşgörüsüyle, sürekli eğiten, öğreten ve yönlendiren danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZTÜRK'e ve her zaman yanımda olarak sabreden sevgili eşim Ufuk CAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayşen CAN



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
SİMGELER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Sütün tanımı	5
2.2. Sütün Kimyasal Bileşimi.....	5
2.2.1. Süt lipidleri (yağı)	6
2.3. Süt Proteinleri.....	7
2.4. Serum Proteinleri.....	7
2.5. Kazein.....	11
2.5.1. α -Kazein	11
2.5.2. β -Kazein	12
2.5.3. κ -Kazein	12
2.6. Kazeinin Miseli Modelleri.....	12
2.6.1. Alt (sub) misel modeli.....	12
2.6.2. Dual - binding modeli (internal structure models).....	13
2.7. Kaymak	13
2.8. Emülsifiye Edici Tuzlar	13
2.8.1. Emülsifiye edici tuzların peynirde kullanımı	14
3. MATERYAL VE METOD.....	23
3.1. Kaymak Üretimi	23
3.2. Deneysel Tasarım ve İstatistiksel Analiz	23
3.3. Kimyasal Analiz	24
3.4. Tekstür Anlizi.....	24
3.5. Duyusal Analiz	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	27
4.1. Kimyasal Kompozisyonu	27
4.2. Kaymak Tekstürü	28
4.3. Duyusal Analiz	30
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ.....	41



SİMGELER LİSTESİ

α	: Alfa
β	: Beta
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
°C	: Santigrat derece
dak	: Dakika
g	: Gram
γ	: Gama
HCl	: Hidroklorik asit
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
L.a.	: Laktik asit
λ	: Lamda
L	: Litre
log	: Logaritma
mg	: Miligram
μ	: Mikron
mg	: Miligram
mM	: Milimol
NaCl	: Sodyum Klorür
NaOH	: Sodyum Hidroksit
sn	: Saniye



KISALTMALAR LİSTESİ

DSP	: Disodyum fosfat
ES	: Emülsifiye edici tuzlar
EPS	: ekzopolisakkarit
IDF	: Uluslararası Sütçülük Federasyonu
LAB	: Laktik asit bakterileri
LBG	: Locust bean gam
MCA	: Mozzarella benzeri taklit/analog peynir
MRD	: Maximum recovery diluent
NSLAB	: Starter olmayan (non-starter) laktik asit bakterileri
PAB	: Propionik asit bakterileri
RI	: Olgunlaşma indeksi
SD	: Serbestlik Derecesi
TCA-SN	: Trikloroasetikasitte-çözünebilir nitrojen
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakteri
TSC	: Trisodyum sitratı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TVC	: Toplam gözlenebilir hücre sayısı
WSN	: Suda çözünebilir nitrojen
XG	: Ksanthan gam



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. İnek sütünde bulunan bazı vitaminlerin miktarları (100 gram süt için) (Ünal ve Besler, 2008).	6
Tablo 2.2. Süt proteininin önemli fraksiyonları ve bazı özellikleri (Üçüncü, 2015)...	7
Tablo 2.3. Süt proteinlerinin biyolojik fonksiyonları (Gür ve ark., 2010).	11
Tablo 3.1. Deneysel kaymak numunelerinin üretiminde kullanılan emülsifiye edici tuzun türü ve konsantrasyonu.....	24
Tablo 4.1. Normal yağlı ve yağı azaltılmış kaymak örneklerinin 1 günlük depolamada bileşimi ve pH değerleri ¹	27
Tablo 4.2. Normal yağlı ve yağı azaltılmış kaymak numuneleri için 30 günlük depolamada duyusal puanlar (0-9 puanlık bir ölçekte).1	31



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1. Kontrol için kaymak numunelerinin sertliği (1.a), kıvamı (.1b) ve yapışkanlığı (c) (■), ES-siz (□), DSP5 (■), DSP10 (■), TSC5(■), TSC10 (■), TSPP5 (■), ve TSPP10 (■) 1, 14, ve 30 günlük depolma..... 30





FARKLI EMÜLSİYE TUZLARIN YAĞI AZALTILMIŞ KAYMAĞIN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Obezite günümüzün en önemli sağlık sorunlarından biridir. Süt ürünlerinin yağ içeriğini azaltmak için birçok girişimde bulunulmuştur. Kaymak, yüksek yağ içeriğine ($\geq\%60$) sahip geleneksel bir Türk süt ürünüdür. Bu çalışmanın amacı, çeşitli emülsifiye edici tuzların (ET) yağı azaltılmış kaymak dokusu ve duysal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmaktır.

Son yıllarda obezite ile mücadele için Dünya Sağlık Örgütü ve gıda üreticileri tarafından pek çok girişim bulunmaktadır. Gıda üreticileri tarafından yapılan girişimlerin bir bölümünü hazır tüketim ürünlerinde yağ azaltılması oluşturmaktadır olup pek çok süt ürünü yarım ve az yağlı olarak üretilmektedir. Geçmişte proteinlerin yağ ikame maddesi olarak kullanıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır. Kazeinlerin, yapıları itibarıyla birbirinden ayrılan hidrofilik ve hidrofobik bölgelerinin bulunması nedeniyle emülsifiye edici özellikleri bulunmaktadır ve pek çok süt ürününde, özellikle proses peynir çeşitlerinin üretiminde kazeinlerin bu özelliklerinden faydalanılmaktadır.

Kaymak ülkemize özgün geleneksel bir ürün olup dünyadaki süt yağı ile üretilmiş benzer ürünlerden kompozisyon ve tekstür olarak ayrılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kaymak en az $\%60$ süt yağı içermelidir. Diğer taraftan $\%60$ süt yağı ile üretilen kaymaklarda tekstürel kusurlar ve raf ömrü sırasında su salma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenler ile ülkemiz üreticilerinin önemli bölümü kaymakta meydana gelen yapısal sorunları önlemek için kaymak üretiminde tebliğde belirtilen en düşük yağ miktarının $\%7$ üzerinde, bir diğer deyişle $\%67$ süt yağı içeren şekilde üretimlerini gerçekleştirmek zorunda kalmaktadır. Sütün en değerli ürünü süt yağı olmasından dolayı daha yüksek oranda kullanılan süt yağı üreticilerin maliyetlerini yukarı çekmekte ve tüketicinin ürüne daha yüksek fiyatla erişmesine neden olmaktadır.

Emülsiyer tuzlar adlarının aksine emülsiyer edici özelliği olmayan fakat süt proteinlerini modifiye ederek emülsiyer özellik göstermesini sağlayan maddelerdir. Geçmişte emülsiyer tuzlar üzerine yapılan araştırmaların önemli bölümü tahmin edileceği şekilde emülsiyer tuzların proses peynirlerin fonksiyonel özelliklerine olan etkileri üzerine gerçekleştirilmiştir.

Numunelere rastgele 3 basamaklı bir sayı verilmiş ve 30 günlük depolama sonunda 4°C 'de değerlendirilmiştir.

Sonuç; Kaymak'ın yağ içeriğinin $\%62$ 'den $\%30$ 'a düşürülmesi depolama süresince kaymağın tekstürel ve duysal kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. Protein içeriğinin yaklaşık 2 kat artırılması tekstürel özelliklerin telafisi için yeterli olmamıştır. Yağı azaltılmış kaymaklarda 10 mM seviyesinde TSC kullanımı

kaymağın tekstürel ve duyusal özelliklerini iyileştirmiştir. Sonuç olarak, TSC'nin daha yüksek protein içeriğine (>%4) sahip yağı azaltılmış kaymakta kullanılması kabul edilebilir kalitede yağı azaltılmış kaymak üretimi için umut verici görünmektedir.

Kontrol numunesi saklama sırasında en yüksek sertliği ve stabilite tutarlılığı sergilemiştir. 10 mM TSS ile üretilmiş yağı azaltılmış kaymak, ET içermeyen kaymak'a kıyasla daha yüksek sertlik sergilemiştir. Disodyum fosfat, yağı azaltılmış kaymak'ın tekstürel özelliklerini hiçbir düzeyde etkilememiştir. TSS ile üretilen numuneler, yağı azaltılmış tüm kaymak numunelerine kıyasla en yüksek duyusal kaliteyi sergilerken, TSPF ile üretilen yağı azaltılmış kaymaklar en düşük duyusal puanları almıştır.

Bu çalışma, emülsifiye edici tuzların kaymak (veya herhangi bir yüksek yağ ve nem içeren süt ürünü) üzerindeki etkisini araştıran ilk çalışmadır.



INVESTIGATING THE EFFECT OF EMULSIFYING SALTS ON REDUCED FAT KAYMAK TEXTURE AND SENSORY PROPERTIES

SUMMARY

Obesity is one of the most important health problems of our era, and there have been many initiatives to reduce the fat content of dairy products. Kaymak is a traditional Turkish dairy product with high fat ($\geq 60\%$) content. The purpose of this study was to investigate the effect of various emulsifying salts (ES) on reduced fat Kaymak texture and sensory properties.

Obesity and overweight are one of the most important health problems of our age, and there have been many initiatives by the World Health Organization and food manufacturers to combat obesity in recent years. Fat reduction in ready-to-eat consumer products is a part of the initiatives made by food manufacturers, and many dairy products are produced as semi- and low-fat. In the past, there are many studies in which proteins were used as a fat replacer. Caseins have emulsifying properties due to the presence of hydrophilic and hydrophobic regions separated from each other by their structure, and these properties of caseins are used in many dairy products, especially in the production of process cheese varieties.

Cream is a traditional product unique to our country and differs from similar products produced with milk fat in the world in terms of composition and texture. According to the Turkish Food Codex Cream and Cream Communiqué, cream must contain at least 60% milk fat. On the other hand, cream produced with 60% milk fat has unique structural defects and problems such as water release during shelf life. For these reasons, a significant part of our country's producers have to produce 7% above the minimum amount of fat specified in the communiqué, in other words, containing 67% milk fat in the production of cream in order to prevent structural problems in cream. Since milk fat is the most valuable product of milk, milk oil used at a higher rate increases the costs of producers and causes consumers to access the product at higher prices.

Contrary to their name, emulsified salts are substances that do not have emulsifying properties, but they modify milk proteins to show emulsifying properties. In the past, most of the research on emulsified salts has been carried out on the effects of emulsified salts on the functional properties of process cheeses, as would be expected.

Cream Production; The production of reduced-fat cream was carried out in 3 independent trials. Direct reduction of oil content resulted in weak, semi-solid gels. Therefore, to compensate for the large loss in total dry matter, reduced-fat cream samples were fortified with rennet casein. In rennet casein production, skimmed milk was pasteurized (72°C for 2 min) and cooled to 8°C, then pre-acidified to pH 5.5 using 20% citric acid. Chymosin (BioRen® Premium 95LH300, 290 international

milk coagulation units (IMCU)/mL, Biokim & Wenda Kimya San. ve Tic. A.Ş., İzmir, Turkey) and CaCl₂ (30%) 5 g and 3 g, respectively. L added for milk. The temperature of the milk was increased to 30°C and it was waited (~2 hours) to obtain the curd. The curd was then cut, filtered and transferred into cheesecloth and pressed for 12 hours. In the production of reduced fat cream, fresh milk cream (40% milk fat) and the obtained rennet casein were mixed with TSC, DSP, TSPP at 5 and 10 mM levels, and then mixed for 10 minutes using a Thermomix® blender. A reduced-fat cream sample was produced in the same procedure without using ET as a negative control (without emulsified salt). The homogenized reduced-fat creams were then transferred to containers (80 g) and stored at 4°C. Normal fat cream (control) is prepared using 60% milk cream. After the milk cream was heat treated at 90°C for 2 minutes, it was transferred to containers and stored at 4°C. The cream samples used in this study are given in Table 3.1. Analyzes were performed on days 1, 14 and 30.

Experimental Design and Statistical Analysis; Three repetitive trials of cream production were carried out in 3 months. In each experiment, 2 levels (5 and 10 mM) of 3 emulsifying salts (TSS, DSF, TSPF) were used to produce low-fat Cream samples.

One low-fat cream, ET-free (without emulsified salt) as a negative control, and normal-fat cream (62% fat) as a control was produced. Statistical analysis was performed with JMP (version 13.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and statistical difference was determined at $P < 0.05$ with the help of Tukey-HSD multiple comparison test. Pearson correlation coefficients were calculated among the various responses.

Chemical analysis; In milk and cream samples, protein (total percent N $\times$ 6.38; Kjeldahl method; method 991.20; AOAC, 2007), total dry matter (method 990.19; AOAC, 2007), fat (method 2000.18; AOAC, 2007), ash (method 945.46; AOAC, 2007), pH (Inlab® solid pro; Mettler Toledo, Columbus, OH) titration acidity (method 947.05; AOAC, 2007) and salt (method 975.20, AOAC, 2007) were analyzed.

Texture Analysis; The textural properties of the cream samples were monitored with a texture analyzer (TA.XTPlus; Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, USA). The cream samples were transferred to the containers and 75% of the containers were filled. Uniaxial compression was applied to the cream samples at 4°C. During the test, a 35 mm cylindrical probe was used with a penetration depth of 5 mm and a velocity of 1 mm/s. Analyzes were made in three replications.

Sensory Analysis; Cream flavor and textural properties were analyzed by 10 trained panelists. For the cream samples, a hedonic scale of 0-9 points (0 I did not like it at all, 9 I liked it very much) was used to evaluate the consistency, flavor, smoothness, spreadability and overall score.

Samples were randomly assigned a 3-digit number and evaluated at 4°C after 30 days of storage.

Conclusion; Reducing the fat content of cream from 62% to 30% adversely affected the textural and sensory quality of cream during storage. Increasing the protein content by approximately 2 times was not sufficient to compensate for the textural properties. The use of 10 mM TSC in reduced-fat cream improved the textural and

sensory properties of the cream. In conclusion, the use of TSC in reduced-fat cream with higher protein content (>4%) seems promising for the production of reduced-fat cream of acceptable quality.

The effect of trisodium citrate (TSC), disodium phosphate (DSP) and tetrasodium pyrophosphate (TSPP) were investigated on reduced fat Kaymak (30% fat) at two different concentrations (5 and 10 mM). Regular fat Kaymak (control) and reduced fat Kaymak without ES (ES-free) were used as controls. Control sample exhibited highest hardness and consistency during storage. Reduced fat Kaymak with 10 mM TSC exhibited higher hardness compared to ES-free Kaymak. Disodium phosphate did not affect the textural properties of reduced fat Kaymak at any level. Samples manufactured with TSC exhibited highest sensory quality compared to all reduced fat Kaymak samples, while reduced fat Kaymaks manufactured with TSPP received lowest sensory scores. This study is the first study to investigate the effect of emulsifying salts on Kaymak (or any high fat and moisture containing dairy product).





1. GİRİŞ VE AMAÇ

Obezite ve aşırı kilo çağımızın en önemli sağlık sorunlarından biri olup son yıllarda obezite ile mücadele için Dünya Sağlık Örgütü ve gıda üreticileri tarafından pek çok girişim bulunmaktadır. Gıda üreticileri tarafından yapılan girişimlerin bir bölümünü hazır tüketim ürünlerinde yağ azaltılması oluşturmakta olup pek çok süt ürünü yarım ve az yağlı olarak üretilmektedir. Geçmişte proteinlerin yağ ikame maddesi olarak kullanıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır (Miller, 1994). Kazeinlerin, yapıları itibariyle birbirinden ayrılan hidrofilik ve hidrofobik bölgelerinin bulunması nedeniyle emülsiyeye edici özellikleri bulunmaktadır ve pek çok süt ürünüde, özellikle proses peynir çeşitlerinin üretiminde kazeinlerin bu özelliklerinden faydalanılmaktadır.

Kaymak ülkemize özgün geleneksel bir ürün olup dünyadaki süt yağı ile üretilmiş benzer ürünlerden kompozisyon ve tekstür olarak ayrılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kaymak en az %60 süt yağı içermelidir. Diğer taraftan %60 süt yağı ile üretilen kaymaklarda tek stürel kusurlar ve raf ömrü sırasında su salma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenler ile ülkemiz üreticilerinin önemli bölümü kaymakta meydana gelen yapısal sorunları önlemek için kaymak üretiminde tebliğde belirtilen en düşük yağ miktarının %7 üzerinde, bir diğer deyişle %67 süt yağı içeren şekilde üretimlerini gerçekleştirmek zorunda kalmaktadır. Sütün en değerli ürünü süt yağı olmasından dolayı daha yüksek oranda kullanılan süt yağı üreticilerin maliyetlerini yukarı çekmekte ve tüketicinin ürüne daha yüksek fiyatla erişmesine neden olmaktadır.

Emülsiyeye tuzlar adlarının aksine emülsiyeye edici özelliği olmayan fakat süt proteinlerini modifiye ederek emülsiyeye özellik göstermesini sağlayan maddelerdir. Geçmişte emülsiyeye tuzlar üzerine yapılan araştırmaların önemli bölümü tahmin edileceği şekilde emülsiyeye tuzların proses peynirlerin fonksiyonel özelliklerine olan etkileri üzerine gerçekleştirilmiştir.

Bunun yanında yüksek oranda protein içeren model sistemlerde ve asit jellerde emülsiyeye tuzları inceleyen önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Emülsiyeye tuzların önemli bölümünü sitrat ve fosfat kökenli sodyum tuzları oluşturmaktadır. Sitrat tuzları sitrik asitin tuz formları olup bu grubun en önemli ve endüstriyel olarak en yaygın kullanılan üyesi trisodyum sitrattır (TSS). Sitratlar kazeinlere bağlı kolloidal kalsiyumu çözerek kazeinlerin hareket ve hidrasyon kabiliyetini artırmaktadır (Mizuno ve Lucey, 2005). TSS'ın kazeinler arası yeni etkileşim kurma kabiliyeti ve kremleştirme (creaming) etkisi yoktur. Sitrat tuzları, özellikle TSS, proses peynir üretiminde genellikle blok tipi ve dilimlenerek satılan peynirlerin üretiminde tercih edilmektedir (Lucey vd. 2011). Yoğurt üretiminde düşük miktarlarda TSS kullanılması yoğurt jelinin sertliğini artırdığı bildirilmiştir (Ozcan-Yılsay vd. 2007). Fosfat tuzları fosforik asitin tuzları olup genel hatlarıyla tekli ya da çoklu fosfatlar olarak ayrılmaktadır. Tekli fosfatların bir diğer adı ortofosfatlar olup bu grubun en yaygın olarak çalışılmış ve kullanılan üyesi disodyum fosfattır (DSF) (Lucey vd. 2011).

DSF TSS'a benzer şekilde daha yumuşak yapı ve eriyebilirlik istenen blok tipi proses peynir üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. DSF'in kazeinler arası az da olsa etkileşim kurma özelliği olduğu ve az miktarda protein içeren sistemlerde vizkoziteyi artırdığı bildirilmiştir (Mizuno ve Lucey, 2005).

Kısa zincirli polifosfatların en önemli üyesi tetrasodyum pirofosfattır (TSPF). TSPF diğer emülsiyeye tuzları gibi kolloidal kalsiyumu çözerek kazeinlerin hareket kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır. Bunun yanında, TSPF'in kazeinler arası kalsiyum köprüleri üzerinden yeni etkileşimlere yol açtığı bilinmektedir. TSPF'nin yüksek derecede kremleştirici etkisi vardır ve özellikle yüksek nem içeriğine sahip ya da sert yapı istenen proses peynir üretiminde TSPF'nin bu jel oluşturuca özelliğinden faydalanılmaktadır. İlginç bir şekilde TSPF yoğurt üretiminde kullanılması jel kuvvetini artırmamış aksine daha yumuşak yoğurt jelleri oluşumuna yol açmıştır (Ozcan vd. 2008).

Literatürde geleneksel ürünlerimizden kaymak ile yapılan sınırlı sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır. Farklı emülsiyeye tuzlar ile modifiye edilen kazeinlerin kahvaltılık kaymakta (ve benzeri yüksek yağ ve su içeren ürünlerde) ve yağ ikamesi olarak kullanımını ve bunun duysal ve tekstürel özellikler üzerine etkilerini

inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Kaymakta depolama sırasında yağ oksidasyonu ve mikrobiyal aktivite ile meydana gelen tat ve görünüş bozuklukları ürünün atılmasına ve milli sermaye kaybına yol açmaktadır. Emülsiyе tuzların antimikrobiyal etkisini inceleyen çalışmaların tamamına yakını proses peynirlerde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca emülsiyе tuzlar gerçekte birer şelat ajanı olmasına rağmen emülsiyе tuzların süt ürünlerinde yağ oksidasyonu üzerine etkilerini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışma farklı emülsiyе tuzlar ile rennet kazeinin kaymakta yağ ikamesi olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi ve düşük yağlı kaymak muadili üründe (yağ miktarı %60'ın altında olmasından dolayı kaymak denilemez) farklı emülsiyе tuzlarının tekstür ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılacak olması literatürde bir ilk olma özelliğini taşımaktadır. Kahvaltılık kaymakta emülsiyе tuzları ile kazein proteinlerinin yağ ikamesi olarak kullanarak kaymağın (elde edilecek kaymak muadili ürünün) yağ oranının %75 oranında azaltılabileceği, kaymağın tekstürel yapısının artan protein konsantrasyonu ile iyileştirilebileceği ve nötral tatta olan kazeinlerin yağı azaltılmış kaymakta duysal özellikleri olumsuz etkilemeyeceği çalışmanın hipotezidir. Ayrıca emülsiyе tuzların şelatlayıcı özelliklerinden dolayı emülsiyе tuzları ve rennet kazein ile yağı azaltılmış kaymakta geleneksel kaymağa göre oksidatif acılaşmanın önleyeceğini öngörülmektedir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sütün tanımı

Süt; dişi memelilerin doğumdan sonra meme bezleri tarafından salgılanan kendine özgü bir kokuya ve tada sahip bir gıda maddesidir. Sütün bileşimi üretildiği memeliye göre değişir ve süt genellikle elde ettiği hayvan türüne göre ifade edilir. Hayvan belirtilmeden süt denildiğinde genellikle inek sütü kast edilir. Sütün yapısında proteinler, süt yağı, laktoz ve mineraller bulunur (Üçüncü, 2015).

Sütün bileşimi mevsimsel değişiklikler, fizyolojik değişiklikler ve hayvanların hastalık durumları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Örneğin, ilkbaharda elde edilen sütlerin süt yağı içeriği daha yüksekken sonbahar sütünde daha yüksek oranda protein, yağsız kuru madde ve kül içeriği olduğu görülmüştür. Bu değişkenlikler sütün koku, tat ve renginde farklılıklara yol açmaktadır (Ünal ve Besler, 2008).

Süt içme sütü olarak tüketilmenin yanında ürüne işlendikten sonra da yaygın olarak tüketilmektedir. Örneğin, peynir Türkiye’de en çok tüketilen süt ürünü olup kişi başı tüketim 7-10 kg arasında değişmektedir. Bu tüketim düzeyi gelişmiş ülkelerinkine çok yakındır. Peynir ürünlerinden sonra en çok tüketilen süt ürünleri yoğurt, sıvı süt, tereyağı, dondurma ve süt tozudur. Türkiye İstatistik Kurumu’nun bilgilerine göre 2020 yılında 23,5 milyon ton ve 2021 yılında 23,5 çiğ süt, yaklaşık 2021 yılında 763 bin ton peynir üretilmiştir. Üretilen peynirin büyük bir kısmını beyaz peynir oluştururken, üretilen diğer başlıca peynirler çedar, tulum, mihalıc ve yerel peynirlerdir (Özbek vd. 2021).

2.2. Sütün Kimyasal Bileşimi

Sütün bileşimini; su, azotlu bileşikler (protein tabiatında olmayan azotlu bileşikler /protein), karbonhidratlar (laktoz), yağlar (lipidler), vitaminler, tuz ve mineraller, süt gazları ve enzimler oluşturur. Sütün yaklaşık olarak % 87.5’i su, % 12.5’i kuru maddedir. Kuru maddenin % 3.5’ini yağ, % 9’unu yağsız kuru madde (YKM) oluşturur. Bunun dışında sütte süt yağı, süt proteini, laktoz, mineraller ve vitaminler

bulunur. Süt şekeri olarak bilinen laktoz, sadece doğal olarak sütte çok miktarda bulunur. Laktoz, glikoz ve galaktozdan oluşur ve sütteki ana karbonhidrattır. Süt, yapısında az miktarda oligosakkaritler içerir ve son yıllarda süt oligosakkaritlerinin prebiyotik özelliklerine yönelik araştırmalar artmıştır. Sodyum, çinko, potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum gibi çeşitli mineraller içeren süttün, demir içeriği ve biyoyararlanımı nispeten düşüktür. Süttün mineral madde içeriği hayvanın laktasyon durumu, fizyolojik durumu, genetik ve çevresel faktörler ve süttün işlenmesine göre farklılık göstermektedir. Süt karotenoidleri, süt yağına sarı rengini veren renklendirici maddelerdir. Riboflavin, tereyağına daha parlak sarımtırak renk vermektedir. Süttün yağ oranı düştükçe yağda çözünen vitaminlerin miktarı da azalır. Takviye edilmemiş süt daha az miktarda D ve K vitamini içermektedir. Süt, yapısında folik asit bağlayan ve emilimini artıran proteinleri içerdiği için iyi bir folik asit kaynağı olarak kabul edilmektedir. Isıl işlem süresi ve sıcaklığına bağlı olarak süttün vitamin içeriğinde azalmalar meydana gelebilmektedir (Besler ve Ünal, 2008).

Tablo 2.1. İnek süttünde bulunan bazı vitaminlerin miktarları (100 gram süt için) (Ünal ve Besler, 2008).

Süt Çeşiti	A vit. (retinol)	D vit. (µg)	E vit. (mg)	C vit. (mg)	B ₁ vit. (mg)	B ₂ vit. (mg)	Folik asit (µg)
Tam yağlı sütte, Taze sütte	-	-	-	1.5	0.04	0.19	5.0
Yaz Mevsimi	35.0	0.030	0.10	b	b	B	b
Kış Mevsimi	26.0	0.13	0.07	b	b	B	b
Sterilize	31.0	0.022	0.09	0.8	0.03	0.19	4.0
UHT(Uzun Ömürlü)	31.0	0.022	0.09	1.5	0.4	0.19	5.0
Yağsız, Taze	Avit.	Avit.	Avit.	2.4	0.10	0.58	10.0

2.2.1. Süt lipidleri (yağı)

Süt yağı, süttün en önemli bileşenlerinden biridir. Sütteki yağ oranı %3,2 ile %6,0 arasında değişmektedir. Süt yağ yüzdesi inek ırkı, yaş, diyet, laktasyon dönemi, sağım yöntemi ve hastalıktan etkilenmektedir. Süt yağı globüller halinde bulunmaktadır ve bu globüllerin ortalama çapı 3 ile 4 µm arasındadır. 1 ml sütte yaklaşık 15 milyar yağ globülü vardır. Süt lipidlerinin yaklaşık %99'unu yağ globüllerindeki trigliseritler oluşturmaktadır. Kalan kısımda ise mono- ve digliseritler, serbest yağ asitleri, steroller, karotenoidler ve yağda çözünen vitaminlerinden bulunmaktadır. Yağ globülleri 5 ila 10 nm kalınlığında süt yağı globüler membranı ile çevrilidir. Süt yağı globüler membranı büyük oranda fosfolipid-protein komplekslerinden oluşmaktadır. Membran yapısındaki fosfolipid-

protein kompleksleri ve yağ globüllerinin elektriksel yükü emülsiyon stabilitesine katkı sağlamaktadır. Sütün asitliği arttıkça yağlı sütün stabilitesi azaltmaktadır (Üçüncü, 2015).

2.3. Süt Proteinleri

Esansiyel amino asitler ve organik azot içerdiğinden çok önemlidir. Süt proteininin yaklaşık %80'i kazein ve %20'si peynir altı suyu proteinidir. Enzimatik pıhtılardan yapılan peynir altı suyunda bazı proteinler kaldığı için bu proteinlere peynir altı suyu proteinleri de denilmektedir (Öztürk, 2015).

Oda sıcaklığında (25°C) sütün pH'ı 6.6'dır. pH 4.6'da yaklaşık 30°C'de, proteinin yaklaşık %80'i çözeltiden çökmektedir. Çözeltiden çıkan ve düşen kısma kazein denir. Kazeinlerin izoelektrik noktası olan pH 4.6'da koagüle olmayan ve serumda kalan proteinler serum proteinleri olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım, 2014).

Tablo 2.2. Süt proteininin önemli fraksiyonları ve bazı özellikleri (Üçüncü, 2015).

Protein Fraksiyonları	Süt Proteinindeki Payı (%)	İzoelektrik Noktası (Ph)	Molekül Ağırlığı (DALTON)
Kazeinler	79	4.6	2-18x10 ⁸
α _s -kazein	45-55	5.1	22500
β-kazein	23-35	5.3	24000
κ-kazein	8-15	4.1-4.5	19000
Serum Proteinleri			
β-laktoglobulin	7-12	5.2	18300
α-laktalbumin	2-5	5.1	14000
Serum albumini	0.7-1.3	4.8	69000
İmmünglobulinler	1.9-3.3	4.6-6.0	15-100x10 ⁴
Proteoz-peptonlar	2-6	3.7	4-40x10 ³

2.4. Serum Proteinleri

Kazeinin ayrılması sonrası süt serumunda kalan proteinler serum proteinleri ya da peynir altı suyu proteinleri olarak adlandırılırlar. Serum proteinleri süt proteininin %20'sini oluştururlar. %50 beta-laktoglobulin, %20 alfa-laktalbumin, %10 serum albumini, %10 immünoglobulin ve %19 proteoglobulin ve diğer daha küçük protein bileşenleri globüler serum albumini içerirler. Proteoglikanlar hariç tüm serum proteinleri küreseldi. IEP'lerine (izoelektrik noktası) kadar çözelti içinde kalırlar fakat sıcaklığa duyarlıdırlar. Biyolojik açıdan değeri yüksek protein grubu, doğal formlarında doğal olarak suda çözünür olan ikincil, üçüncül ve dördüncül yapılar

sahip sıcaklığa duyarlı proteinler olan peynir altı suyu proteinleridir. Besinsel ve fonksiyonel nitelikleri bu proteinlerin yapısal özellikleri ile ilgilidir. Beta-laktoglobulin ana serum proteinidir ve özellikleri, özellikle ısıl işlemde sonra meydana gelen reaksiyonlar olmak üzere, peynir altı suyu proteini formülasyonlarının özelliklerini belirleme eğilimindedir. Çözünürlüğü yüksek oranda pH ve iyonik güce bağlıdır, ancak asitlendirilmiş sütte çökelmez; aynıysa diğer peynir altı suyu proteinleri için de geçerlidir. β -laktoglobulin, sülfhidril grupları içeren hidrofobik küresel bir proteindir. Zaman-sıcaklığın bir fonksiyonu olarak 65 °C'nin üzerinde denatüre olmaktadır. Bu olay sonucunda iç sülfidril grupları, reaktif hidrofobik gruplar ve ϵ -NH₂ grupları ortaya çıkmıştır. Alfa-laktalbumin dört disülfid bağına sahiptirler (Yılmaz ve ark., 2007).

Kalsiyuma aktif bağlanma, onu dejenerasyona karşı daha kararlı hale getirmektedir. Serum albumini, 17 disülfid bağı ve 1 serbest tiyol grubu içeren büyük küresel bir proteindir. Lipidleri ve aromaları birleştirerek denatüre olduğunda daha stabil hale gelmektedir. α -Laktalbumin, protein konformasyonunu sıkıca bağlayan ve stabilize eden Ca iyonları için spesifik olmayan bir bağlanma bölgesine sahiptir. Ca'nın uzaklaştırılması veya pH'ın yaklaşık 4'e düşürülmesi de Ca iyonlarını serbest bırakır ve kısmen erimiş topraklar gibi açıklıklara neden olur. Bu durumda, proteinler nispeten düşük sıcaklıklarda tersinmez termal denatürasyona uğrarlar. Doğal alfa-laktalbumin, ısıtma sırasında başka protein yoksa, ısıl işlemde sonra tam renatürasyon gösterir. Sütteki immünoglobulinlerin konsantrasyonu ve bileşimi büyük ölçüde değişir (kolostrum immünoglobulinlerde yüksektir. Immünoglobulinler, spesifik bir antijen tarafından uyarılmaya yanıt olarak sentezlenen antikorlardır. Sadece kanda bulunurlar. Immünoglobulinler, bir alt sınıf içinde bile heterojen bileşime sahip büyük glikoprotein molekülleridir. Bu şaşırtıcı değildir, çünkü her biri farklı bir peptit zinciri üretebilen birkaç salgı hücresinden oluşurlar. Ek olarak, bazı moleküller spesifik antijenleri nötralize etmek için özelleşmiştir; buna hiperdeğişken bölümler denir (Gür ve ark., 2010).

Sütte oluşan G (gama globulin), A ve M (makroglobulin) dahil olmak üzere farklı immünoglobulin sınıfları vardır. Her IgG molekülü, iki ağır (H) ve iki hafif (L) zincirden oluşan bir polimerdir; MW $\approx$ 150.000. Molekölün iki reaktif bölgesi veya aynı bağlanma noktası vardır. İçerisinde bulunan antijenler veya genellikle bunların

küçük bir miktarı tam olarak bu alanlara nüfuz etmektedirler. Çoklu etkileşimlerle bağlıdır: H bağları, hidrofobik bağlar ve elektrostatik çekim iki reaksiyon bölgesi arasındaki mesafe elastiktir. Bu, antijene yapışmayı kolaylaştırır. IgG immünoglobulinleri birçok antijene karşı etki edebilir ve bakteri çoğalmasını engelleyebilmektedir. IgM, J bileşeni olarak adlandırılan IgG benzeri moleküllerin kombinatoryal pentamerlerinden oluşur. Molekül ağırlığı yaklaşık 900.000 ve çapı yaklaşık 30 nm olan büyük bir moleküldür. IgM, polisakkarit kısımlarına karşı yönlendirilen antikorlar olabilir ve özellikle bakteri ve virüsler dahil “partiküllere” karşı etkilidir. Bu parçacıkları bir araya getirebilir çünkü tek bir IgM molekülü bunlardan ikisine bağlanır. Bu kümelenme aglütinasyon olarak adlandırılır ve IgM, lektinlere (serumda bulunan antikorlar) bağlanan bir antikordur. Antijenle reaksiyonları sonucunda bunların birbirine yapışmasına ve kümelenmesine neden olurlar. Aglütinasyon antijene (uygun bir sıvı ortamda, partiküler formdaki antijenlerle antikorların bağlandıktan sonra kompleksler oluşturarak bir arada kümelenmesi) özgüdür, ancak aynı zamanda antijene özgüdür. Genel olarak, optimum pH 5,5 ile 7 arasındadır ve optimum iyonik kuvvet yaklaşık 0,05’tir. Bazı lektinler (şekere bağlanabilen bir protein türü) soğutma yoluyla çökelme yeteneği sergilerler, yani düşük sıcaklıklarda (<37°C) kararlıdır, tercihen <15°C) çöktürmek içindir. Bu, diğer parçacıkları aglutine etmelerini sağlar; bu kısmen spesifik olmayan agregasyondan kaynaklanır, ancak aksi takdirde aglütinasyona benzemektedir. İlgili proteinlere kriyoglobulinler denmektedir. Süt IgG (1 ve 2), IgA ve IgM içerir, konsantrasyonlar çok değişkendir. Emzirme döneminde az süt olduğunda kolostrumdaki konsantrasyonlar 30 ila 100 kat daha fazla olabilir; IgG’nin ve IgA’nın sütteki etkileri ile ilgili çok az şey bilinmektedir; bazı propiyonik asit bakterileri biri veya her ikisi tarafından kısıtlanabilmektedir. Ancak sütteki IgM çok önemlidir. Gram pozitif bakteri inhibitörleri olan L1 ve L3 dozlarını içerir. Bu dozlar lektinlerdir. L3, özellikle *Lactococcus lactis*’in belirli suşlarına karşı etkilidir (Yıldırım, 2019).

Flokülasyonları çok spesifiktir; suşta genellikle hem hassas hem de duyarsız bakteriler bulunur. Elbette kesin etki, ineğin karşılaştığı antijene bağlıdır. IgM en az bir kriyoglobulin içerir. İkincisi, spesifik olmayan bir reaksiyon olan süt yağı globüllerinin toplanmasını içerir: her kriyoglobulin, tüm süt yağı globüllerini temsil

eder. Bakteriler ayrıca yağ topları üzerinde birikebilir. Bu spesifik bir reaksiyon olabilir. Tüm bu reaksiyonlar sütteki bakterileri yok eder. Çoğu zaman, kümelenme bakterilerin kabın dibine yerleşmesine neden olur. Yağ globüllerine yapıştırlarsa kremsi tabakada birikirler. Bu, ilgili bakterilerin metabolizmasını ve büyümesini önemli ölçüde engelleyebilir. Lektinler ısıl işlemle inaktive edilir. İnaktivasyon yanıtı, çözünmeyen immünoglobulinlerle tutarlıydı. Homojenizasyon ayrıca lektinleri de etkisiz hale getirir, ancak nedeni belirsizdir. İmmünoglobulinlerin ana doğal işlevi buzağıları bağışıklamaktır. Yaşamın ilk birkaç gününde buzağılar, kolostrumdan gastrointestinal sistem yoluyla sağlam kan immünoglobulinlerini emebilir. Kolostrum, proteolitik enzimleri, özellikle tripsin'i inhibe eden bileşenler içerir. Sütte hemen hemen böyle bir bileşen yoktur. Ayrıca, yağ globül zarlarını oluşturan bir glikoprotein (PP3) içerir. Buzağı büyüdükçe daha fazla pepsin üretilir. Protein glütteni ısıya duyarız olarak tanımlandı, pH 4.6'da çökelmedi ve %12 trikloroasetik asit ile çöktürüldü. Bu kısım diğer peynir altı suyu proteinlerinden önemli ölçüde farklıdır. Ayrıca yağ globül zarlarını oluşturan bir glikoprotein (PP3) içerir. Sonuç olarak, nötr pH'da, protein gluteninin çoğu kazein misellerinde bulunur; Peynir altı suyu renneti tüm protein glüttenini içermediğinden, yalnızca sütün asitleştirilmesiyle yapılan peynir altı suyunda bulunur. Laktoferrin, *Bacillus stearothermophilus* ve *Bacillus subtilis* dahil olmak üzere bazı bakterilerin inhibitörüdür. İnhibisyon, demirin, daha doğrusu Fe^{3+} iyonlarının serumdan elimine edilmesine dayanır. Sütteki laktoferrin konsantrasyonunun düşük olduğuna şüphe yoktur; anne sütünde çok daha yüksektir. Süt proteinlerinin biyolojik fonksiyonları Tablo 2.3.'de gösterilmiştir (Gür ve ark., 2010).

Tablo 2.3. Süt proteinlerinin biyolojik fonksiyonları (Gür ve ark., 2010).

Protein	Konsantrasyon(g/L)		Fonksiyon
	İnek	İnsan	
Toplam kazeinler	26.0	2.7	-İyon taşıyıcı (Ca,Fe,Zn,Cu), biyoaktif peptidler için ön madde
α_s -kazein	13.0	-	
β -kazein	9.3	-	
κ -kazein	3.3	-	
Toplam serum proteinleri	6.3	7.3	-Retinol taşıyıcı, yağ asitlerini bağlar, antioksidan
β -laktoglobulin	3.2	-	-Laktoz sentezinde rol oynar, Ca taşıyıcı, immunomodulator, antikanserojen
α -laktalbumin	1.2	1.9	-İmmun koruyucu
İmmunoglobulinler	0.7	1.3	-Yağ asitleri taşıyıcı, antioksidan
Serum albumini	0.4	0.4	-Antibakteriyal, antifungal, antiviral, antioksidan, immunomodulator, demir bağlayıcı, antikanserojik, -antiindlamatuar, yararlı bakterilerin gelişimi teşvik edici
Laktoferrin	0.1	0.2	
Laktoperoksidaz	0.03	-	-Antimikrobiyal
Proteoz-pepton	0.8	-	
Lizozim	0.0004	0.1	-Antimikrobiyal
Glikomakropeptit	1.2	-	-Antiviral, enterotoksin bağlayıcı, bifidojenik
Diğerleri	0.8	1.1	

2.5. Kazein

Kazein, süt proteininin yaklaşık %80'ini oluşturur ve sütte misel şeklinde bulunur. Kuru maddede, kazein miselleri, kazein misellerinin yaklaşık %93'ünü oluştururken, mineraller ve organik asitler geri kalanını oluşturmaktadır. Kalsiyum ve fosfat da proteine bağlı koloidal kalsiyum fosfatlar şeklinde en bol bulunan minerallerdir. Kazein bu maddelerle bir kompleks meydana getirir ve bu kompleks kazein kalsiyum fosfat veya koloidal kalsiyum fosfat ile temsil edilir. Bu sebeple kazein bir fosfoprotein olarak kabul edilmektedir (Üçüncü, 2015).

2.5.1. α -Kazein

α -Kazein, çözünür Ca^{+2} varlığında çökelme eğiliminde olan bir fosfoproteindir. α -kazein, α_{s1} kazein ve α_{s2} kazein olmak üzere iki kısım içerir. α_{s1} -kazein toplam kazeinin %37'sini oluştururken, α_{s2} -kazein toplam kazeinin %10'unu oluşturmaktadır. Yapısında iki hidrofobik bölge vardır ve yapısındaki amino asitlerin %8.5'i prolinden oluştuğu için oldukça esnek bir yapıya sahiptir. α_{s2} -kazein, karboksil ucuna yakın bir pozitif yük ve amino ucuna yakın bir negatif yük sebebiyle dipolar bir yapıya sahiptir. Tüm kazeinlerin en hidrofilik olanı α_{s2} -kazeindir. α_{s2} -kazein, diğer kazeinlere göre daha az prolin içerir ve yüksek fosforlu ve yüklü kalıntıları nedeniyle pH ve iyonik güce duyarlıdır (Yıldırım, 2014).

α_{s1} ve α_{s2} kazeinin yapısında çok sayıda tripsin fosfopeptid bağı bulunur, bu da kalsiyum ve fosfatın kazeine bağlanmasını kolaylaştırmaktadır (Demirbaş ve ark., 2012).

2.5.2. β -Kazein

β -kazein, α -kazein gibi, çözünür Ca^{+2} varlığında çöken bir fosfoproteindir. Tüm kazeinin yüzde 30 ila 35'ini oluşturur. Tüm kazeinlerin en hidrofobik olanı beta-kazeindir. Yapısındaki yüksek oranda prolin, ikincil ve üçüncül yapıların oluşumunu engeller. İki ucu vardır, β -kazeinin bir ucu negatif yüklü amin, diğer ucu ise yüksüz hidrofobik karboksil grubudur (Yıldırım, 2014).

β -kazein yapısındaki fosfat grubu, kalsiyum kazeinata bağlanır (Demirbaş ve ark., 2012).

2.5.3. κ -Kazein

κ -kazein, Ca^{+2} iyonlarına dirençli bir glikoproteindir. Tüm kazeinin %12'sini oluşturur. κ -kazeinin kazein miseli yüzeyinde bulunduğu ve kolloidal stabiliteyi sağladığı düşünülmektedir. Alfa ve beta kazeinlerin aksine, kappa kazein sadece bir fosfoserin grubu içermektedir. Bu nedenle κ -kazeinin Ca^{+2} 'ye bağlanma düzeyi diğer kazeinlerden farklıdır ve çözünürlüğü diğer kazeinlere göre Ca^{+2} iyonlarından çok daha az etkilenmektedirler (Yıldırım, 2014).

2.6. Kazeinin Miseli Modelleri

2.6.1. Alt (sub) misel modeli

İlk submisel modeli 1967'de Morr tarafından önerilmiştir. Morr, α_{s1} -, β - ve κ -kazein monomerlerinin küçük birimli alt hücreler oluşturduğunu iddia etmektedir. Misel yapı, α_{s1} - ve κ -kazein ile kaplanmış misel yapıları, kalsiyum fosfatın kolloidal köprüleri ile birbirine bağlanmaktadır (Phadungath, 2005).

Ortalama misel boyutu 12-15 nm idi ve dış yüzey kappa-kazein ile kaplandı. Her misel, 15 ila 20 kazein molekülü içermektedir. α_{s1} -kazein ve β kazein alt miselin iç kısmında bulunurken, κ kazein esas olarak yüzey tabakasında bulunmaktadır. Alt hücreleri bir arada tutan iyonik bağlar, kalsiyum köprüleri tarafından oluşturulmaktadır. (Lucey ve ark., 2003).

2.6.2. Dual - binding modeli (internal structure models)

Horn'un çift bağ modeli, kazein misellerinin iki tip bağ ile bağlandığını gösterir. Bunlar hidrofobik ve elektrostatik etkileşimlerdir. Kolloidal kalsiyum fosfat bu yapıda esneklik sağlar (Lucey ve ark., 2003).

Kazeinler arasındaki bağlanma, hidrofobik alanlar arasında meydana gelir ve fosfoserin kümeleri içeren hidrofilik alanların kolloidal kalsiyum fosfat kümelerine bağlanması yoluyla gerçekleşir. κ -kazein molekülleri, kalsiyum-serin-fosfat köprüleri oluşturmamaları için kazein misellerinin büyümesini sınırlar (Phadungath, 2005).

2.7. Kaymak

Kaymak, geleneksel üretimdeki tekniğe göre sütün kaynatılıp soğutulması ile elde edilen ve süt yağının en az %60'ını içeren krema olarak tanımlanan bir süt ürünüdür (Kocatürk ve ark., 2019). Evlerde geleneksel yöntemlerle üretilen manda kaymağı, manda sütünden elde edilir ve Afyon Kaymağı olarak da coğrafi işarete sahiptir (Pamuk 2017). Geleneksel Afyon Kaymağı üretiminde manda sütü tülbentten süzülerek geniş tabanlı ve dar ağızlıdır bir kaba aktarılır. Ön ısıtmadan sonra (70-75°C) ısıtma işlemine (90-95°C'ye) devam edilir. Süt yoğunlaşana kadar ısıtma işlemine devam edilir. Sonrasında süt belirli bir yükseklikten geniş ve derin bir tavaya (8-10 cm derinliğinde) dökülerek köpürme ve gözeneklenme sağlanır. Geniş ve derin tava daha sonra oda sıcaklığına getirilir ve 40-45°C'ye kadar soğumaya bırakılır. Soğutma işlemi sonrasında tavalar tekrar 70-75°C'ye kadar ısıtılır ve soğuk odaya alınarak 24 saat soğuması sağlanır. Pıhtılaşan krema bir iğne ile çizilerek tavadan ayrılır. Daha sonra krema 4 eşit parçaya bölünür. Her biri parça tavadan alınır ve düz bir tabağa yerleştirilerek paketlenir.

Endüstriyel kaymak üretimi genellikle inek sütünden yapılmaktadır. Süt genel kalite kontrol testlerinden sonra seperatör ile krema ayrılır. Yaklaşık %62 süt yağı içeren krema 90 °C'de 5 dakika ısıtma işlemi tabi tutularak soğutulur ve paketlere doldurulur. Paketler kapatıldıktan sonra soğutmaya alınarak tüketiciye ulaştırılır.

2.8. Emülsifiye Edici Tuzlar

Emülsiyeye bir molekülünün başka bir sıvı içinde dağılmasıdır. Emülsifiye edici tuzlar, proteinleri ve lipitleri dağıtmak ve homojen bir ürün elde etmek için kullanılır. Tek

değerlikli sodyum veya potasyum iyonları, kazein sütü proteinleri üzerindeki iki değerlikli kalsiyum iyonunun yerini alır. Bu, kazeinin içindeki kalsiyum iyonlarını bağlayan ve bu süt proteinini bir arada tutan köprülerin kaldırılmasını tetikler. Kazein daha sonra gıda sisteminin su ve yağ fazı arasında emülsifikasyon sağlayan lipofilik ve hidrofilik uçları açığa çıkarmak için açılır. Birçok spesifik işlenmiş gıdada istenen dokusal özellikleri yaratma işlevi, emülsifiye edici tuzların türlerinden etkilenir. Emülsifiye edici tuzlar: E 331 – 332, E 450 – 452’dir.

2.8.1. Emülsifiye edici tuzların peynirde kullanımı

İşlenmiş peynir üretiminde ana bileşendir. Günümüzde işlenmiş peynir üretiminde otuzdan fazla farklı emülsifiye edici tuz kullanılmaktadır. Bu tuzların her biri, proteinleri çözme, kayganlık, pH ve tamponlama kapasiteleri bakımından farklılık göstermektedir (Kosikowski ve Mistry 1997).

Emülsifiye tuzlar, peynirin homojen oluşumu için gereklidir. Protein etkileşimleri arasında kazeinden kalsiyumu uzaklaştırarak, kalsiyumu bağlayarak veya kalsiyumun etkilerini maskeleyerek kazeinin çözünürlüğünü arttırlar. Bu, kazeinin peynirin protein ağ yapısına salınmasına, kazeinin emülsifiye edici gücünün artmasına, kazeinin daha fazla su dağıtmasına ve bağlanmasına izin vermektedir (Ennis ve ark., 2000).

Suya bağlanan ve erimiş tuzların etkisiyle çözülen dağılmış proteinler, yağ emülsiyonlarını ve emülsiyon stabilitesini iyileştirebilir (Cavalier-Salou ve Cheftel 1991).

Emülsifiye edici tuzlar ayrıca dolaylı olarak emülgatör olarak işlev görür. Ancak emülsifiye edici tuzlar, peynir karışımında bazı fizikokimyasal değişiklikleri teşvik eder ve soğuduktan sonra işlenmiş peynirin doğru yapısını oluşturmaktadır (Guinee ve ark., 2004).

Daha detaylı ifade etmek gerekir ise; işlenmiş peynir üretiminde, emülsifiye edici tuzlar, doğal peynirde bulunan çözünmeyen kalsiyum parakazein kompleksindeki kalsiyum fosfat kompleksinin yerini alarak kazeinin emülsifiye edici özelliklerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır (Ellinger, 1972).

Kalsiyum fosfat kompleksinin yer değiştirmesi, kazein ağındaki çeşitli monomerleri bağlayan temel moleküler bağları bozmaktadır. Kalsiyum fosfat komplekslerinin

ısıtılarak ve karıştırılarak dağıtılması, kalsiyum parakazeinat kompleks ağının suya bağlanması ve kısmen dağılması ile sonuçlanmaktadır. Hidrasyona ek olarak, kısmen dağılmış kalsiyum parakazeinat kompleksi, hidrofobik etkileşimler yoluyla yağ ile etkileşime girmektedir. Hazırlık sonrası ve soğutma aşamalarında, kısmen dağılmış kazeinat matrisi, yoğun homojen bir jel ağı oluştururken aglomeralar oluşturmaktadır (Zhong ve ark, 2004).

Bu fenomen, homojen bir yoğun jel ağından yağ emülsifikasyonu ile sonuçlanmaktadır (Heertje ve ark., 1981).

Bu nedenle, işlenmiş peynirin yapısı esas olarak kısmen dağılmış bir kazein jel ağı içinde dağılmış bir yağlı fazdan oluşmaktadır. Emülsifiye edici tuzların; peynir jelinin (para κ -kazein jeli) stabilitesini sağlayan Ca^{+2} iyonlarını bağlama, peynirde tamamen heterojen durumdaki kazeini peptidasyona uğratma, kazeini homojen para- κ -kazein çözeltisi haline dönüştürerek serumda çözme, pH'yı ayarlayarak tamponlayıcı etki gösterme, ortamdaki bakteriyolojik aktiviteye frenleyici etki yapma, protein ve yağı parçalama, ortamdaki suyun yapı içinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlama ve ürün soğuduktan sonra ürün yapısını koruma gibi fonksiyonları yerine getirdiği belirtilmektedir (Caric ve ark. 1985).

Eritme peynirinin üretimi esnasında emülsifiye edici tuzların yüzdece ilave oranı önemli olmasına rağmen, spesifik emülsifiye ajanların aşırı kullanımı özellikle fosfor içeriğinin yüksekliği gibi durumlar eritme peyniri dilimlerinde acılığa neden olmaktadır (Mayer 2001). Aynı araştırmacı acı dilimlerin, çok zayıf ve hatta $\alpha s1$ - ve β -kazein bölgesinde olmadığını belirtmiştir. Acı dilimlerin, hem γ -kazein ve düşük moleküler ağırlıklı peptidleri hem de hidrofilik ve hidrofobik peptidlerin yüksek konsantrasyonunu içerdiğini belirtmiştir (Mayer 2001). (Mayer, 2001).

Ayrıca kullanılan tuz miktarına ve türüne bağlı olarak emülsifiye edici tuzların, yağ emülsifiye etme derecesi değişmektedir. Düşük emülsifiye peynirlerin daha yumuşak ve parçalanması daha kolay iken, yüksek emülsifiye edilmiş peynirlerin daha sert, daha sıkı ve dilimlenmesi daha kolay olduğu bildirilmektedir (Bachmann, 2001).

İşlenmiş peynir üretiminde, kuru madde içeriği yüksek ham maddeleri işlemek için gereken emülsifiye edici tuz miktarı, yumuşak, su içeren ham maddelerden daha fazladır. Ayrıca yağlı karışımların, az yağlı ve yağsız olanlara oranla daha az

emülsifiye edici tuza ihtiyaç duydukları, hammaddedeki dekompoze olmamış kazein miktarı arttıkça kullanılacak emülsifiye edici tuz miktarının da arttığı belirtilmiştir (İnal, 1990).

Emülsifiye edici tuzlar ayrıca tampon görevi görmektedir. Böylece stabil kıvamda ve uzun süreli depolanabilen işlenmiş peynir üretilebilir. Mono-, di-fosfat ve sitratın tamponlama etkisi çok güçlüdür. Emülsifiye edici tuzun bakteriyostatik etkisi vardır. Polifosfatların bakteriyostatik etkisi oldukça güçlü olmasına rağmen, bu bakteriyostatik etki mekanizması monofosfatlar için daha zayıf ve sitratlar için yetersizdir. Kullanılan erimiş tuzun türü de peynirin raf ömrünü etkileyebilir. Fosfat özellikle *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* ve *Clostridium*'a karşı bakteriyostatiktir ve bazı bakteri türlerinde ısı toleransını da azaltıcı etki göstermektedir (Üçüncü, 2004).

Isıtmadan önce peynir karışımına uygulanan son adım, erimiş tuz eklenmesidir. İşlenmiş peynir üretiminde erimiş tuz kullanılarak doğal peynire bağlı kalsiyum iyonları kazein moleküllerinden ayrılarak kazeinin çözünürlüğü artırılmaktadır. Kazeinin artan çözünürlüğü, kazeinin emülsifiye edici özelliklerini artırır. Böylece kazein, yağ globüllerini çevreler ve yağı stabilize ederek pürüzsüz, tek tip ve çiğnenebilir peynir parçalarına neden olmaktadır (Fox ve ark., 2000).

Eritme peyniri üretiminde kalsiyum, kazeinin suda çözünürlüğünü azaltma eğiliminde olduğundan kalsiyumun bağlanması gereklidir. Böylece süt proteinin emülsifikasyon niteliği artmaktadır. Emülsifiye edici tuzlar, Ca^{++} iyonlarıyla, Na^{+} iyonlarını yer değiştirmekte veya kalsiyum iyonlarını bağlamaktadırlar (Shimp, 1985).

Tek değerli katyon Na^{+} ve çok değerli anyon PO_4^{-2} genellikle kalsiyum iyonlarını bağlamada çok etkilidir. Peynir işlemede sitratlar ve fosfatlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Kosikowski ve Mistry 1997).

Sitrat ve alkali metal mono- ve polifosfatların erime üzerindeki farklı etkileri, belirli tuzların ve karışımların çeşitli eritme peynirlerin yapımında kullanılmasına izin verir ve en yüksek kalitede koyu peynirler elde edilmektedir. Kullanılacak emülsifiye edici tuzun türü ve miktarı da ham maddenin tazeliğine, pH'ına, bileşimine ve elde edilecek ürünün cinsine bağlı olarak değişmektedir. Hammaddeye eklenen fosfat

oranı %2 ile %3,5 arasında değişirken, %4,5'e kadar sodyum sitrat kullanılmaktadır (İnal, 1990).

Günümüzde teknik ve hijyenik açıdan en uygun kabul edilen ve pratikte çok geniş uygulama alanına sahip 3 grup emülsifiye edici tuz bulunmaktadır. Bu;

1. Sitrat (sitrat)
2. Monofosfat (monofosfat)
3. Polifosfat (polifosfat).

Sitrik asit, uzun süredir kullanılan çok güçlü bir organik asittir. Peynir işleme teknolojisinde kullanılan tribazik asit, üç farklı pH değerine sahip tuz olan sitrik asit;

1. Monosodyum sitrat, pH=3.8
2. Disodyum sitrat, pH=5.1
3. Trisodyum sitrat, pH =8.2

Trisodyum sitrat dihidratın füzyon tuzu en iyi işlevsel performansa sahiptir ve hafif alkalidir. Proteinler için tamponlama, kompleks oluşturma ve çözme özelliklerine sahiptir. Ayrıca işlenmiş peynire özel bir lezzet katar. Günümüzde, esas olarak pH 5.0-5.7'ye ayarlanmış bir disodyum sitrat ve trisodyum sitrat kombinasyonu kullanılmaktadır. Sitrat kolayca çözünür ve mükemmel protein çözünürlüğüne sahiptir. Öte yandan sitratlı peynirlerin yumuşama ve şişme özellikleri zayıftır. Peynirin kremi karakteri de pek iyi değildir. Bu nedenle ağırlıklı olarak blok peynir eritmek için kullanılır. Sitrat peynirin lezzetine tazelik katmaktadır. Bu, yaşlı peynirlerin lezzet anormalliğini bir dereceye kadar ortadan kaldırmaktadır. Peynir teknolojisi için önemli olan monofosfatlar ve polimerik fosfatlardır. Monofosfatlar ayrıca ortofosfatlar olarak da bilinmektedirler. Polimerler veya polifosfatlar, ısıtma işlem ve su ayırma ile asidik monofosfatlardan kondensat olarak elde edildikleri için yoğunlaştırılmış fosfatlar olarak adlandırılmaktadır. Üç gruba ayrılırlar: zincirli polifosfatlar, siklik metafosfatlar ve çapraz bağlı süperfosfatlardır. Zincirli polifosfatlar iki farklı gruba ayrılır: kısa zincirli polifosfatlar ve uzun zincirli polifosfatlardır. Difosfatlar ve trifosfatlar kısa zincirli polifosfat grupları oluşturur ve uzun zincirli polifosfat grubu esas olarak amorf camsı bileşiklerden oluşmaktadır. Üretim sırasında oluşan farklı zincir uzunluklarındaki fosfatların karışımından oluşurlar. Monofosfatlar (ortofosfatlar) üçlü olduğundan, üç sodyum tuzu

oluştururlar. Bunlar monosodyum, disodyum ve trisodyum ortofosfattır. Sitrat gibi, monofosfatın biraz kremsi bir etkisi vardır ve işlenmiş peynir hala biraz akıcıdır. Bu nedenle monofosfatlar özellikle yüksek yağlı peynirler için uygun değildir. Monofosfat, işlenmiş peynire ekşi, kireçli bir tat verir ve kalsiyum monofosfat kristalleri nedeniyle üründe kumlu bir kıvam gözlenmektedir. İşlenmiş peynir üretiminde sadece lineer polifosfatlar kullanılmaktadır. Siklik polifosfatlar ise teknik olarak önemli olmayıp, erime sırasında hızla lineer polifosfatlara dönüşen ve sağlığa zararlı olmayan polifosfatlardır (Üçüncü, 2004).

Polifosfatların tamponlama kapasitesi zincirin uzunluğuna bağlıdır. Zincir uzunluğu arttıkça tamponlama kapasitesi de azalmaktadır. Emülsifiye edici tuzların ticari karışımları tipik olarak iyi kalsiyum bağlama ve tamponlama özelliklerine sahip kısa zincirli oligomerik fosfatlar içermektedir. Kalsiyum bağlanmasını geliştirmek için uzun zincirli polifosfatlar eklenmektedir (Berger ve ark., 1989).

Polifosfatlar mükemmel katyon bağlama kapasitesine sahiptir. Üretimi olumsuz etkileyen katyonları maskeleyen ve inaktive etme yeteneğine sahip iyon değiştiriciler olarak işlev görmektedirler. Polifosfatlar koloidal özelliklere sahiptirler, proteinleri peptize edebilir, dağıtabilir ve hidratlayabilirler, emülsiyonların oluşumunu ve stabilizasyonunu kolaylaştırmaktadırlar. Difosfatlar çok düşük kalsiyum bağlama kapasitesine sahiptir. Öte yandan, tamponlama kapasitesi çok daha üstündür. Polifosfatlardan difosfatlar en iyi peynir yapma kabiliyetine sahiptir ve ayrıca yağdan arındırmada iyidir. Fosfatlar arasında difosfatlar çok düşük çözünürlüğe sahiptir. Difosfatların dezavantajı, peynir karışımında bazen aşırı donmaya neden olabilen kalsiyum difosfatlar oluşturdukları için işlenmiş peynirlerde taneli bir doku oluşturabilmeleridir. Bu nedenle difosfatlar yüksek zincirli polifosfatlarla birlikte kullanılmaktadır (Üçüncü, 2004).

Yüksek pH'da, füzyon tuzlarından biri olan sodyum fosfat, daha fazla kalsiyum bağlar ve kazeinin negatif yükünü ve sodyum parakazeinin hidrasyonunu artırır. Bu değişiklik suda çözünmeyen peynir mayası kazeinin suyla birleşerek suya bağlı parakazeinata dönüşmesine ve böylece yağı emülsifiye etmesine neden olur (Guinee, 2007).

Polifosfatların hidrolizi, fosfat konsantrasyonu, sıcaklık, pH, Ca^{+2} konsantrasyonu, zincir uzunluğu vb. gibi faktörlere bağlıdır. Hidroliz özellikle asidik ortamda hızla gerçekleşmektedir. En iyi stabilite, nötr veya hafif alkali pH aralığında elde edilir. Ortam sıcaklığının artması hidroliz hızını arttırmaktadır. Polifosfat zincir uzunluğu arttıkça bozunma derecesi azalmaktadır (Üçüncü, 2004).

Yüksek sıcaklık artırılarak, ortofosfatlardan çok saf halde lineer polifosfatlar elde edilmektedir. Reaksiyon erime ile başlar ve depolama süresince devam etmektedir (Ney 1988).

Hidroliz hızla trifosfatlara ve difosfatlara ve daha sonra mükemmel pH tamponları olan ortofosfatlara dönüşmektedirler (Mair-Waldburg, 1958).

Eklenen polifosfatın bir kısmı eritme sırasında hidrolize olmaktadır. Kalan polifosfatlar, 7 ve 8 haftalık depolamadan sonra tamamen hidrolize edilmektedir. Oligo ve polifosfatların hidrolizi yeni asit fonksiyonları oluşturmaktadır. Sonuç olarak, ürünün pH'ı düşürülür ve depolama sonunda pH'ın yükselmesi önlenir (Chambre ve Daurelles, 1997).

Emülsifiye edici tuzlar, ince, kolay akan kristaller şeklinde bulunmaktadır. Bu tuzlar kısmen higroskopiktir. Bu nedenle nemli bir ortamda depolandığında nemi emer ve birbirine yapışmaktadır. Kuru depolandığında, fiziksel ve kimyasal bileşimleri uzun yıllar değişmeden kalabilmektedir. Normal üretim koşulları altında tuz yaklaşık 4 dakika içinde tamamen çözülebilecektir. Çözünme süresi kısaysa veya tuzun tamamen çözülmediğini fark ederseniz, erimiş tuzu doğrudan değil çözelti olarak eklemeniz önerilmektedir. Karışımda kullanılan tuz türlerinin sayısı iki ile en fazla üç ile sınırlandırılmalıdır. İşlenmiş blok peynirler yapılırken genellikle %3 çözünmüş tuz önerilir. Günümüzde her bir emülsifiye edici tuzun fonksiyonel özellikleri değişmektedir. Erimiş tuzlarda, Joha PZ tuzları çok iyi çözünme etkilerini birleştirir. PZ tuzundaki sitrat, işlenmiş peynirin lezzetine tazelik katmaktadır. Bu, olgun bileşenlerin tat anormalliğini bir dereceye kadar ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır. Eritilecek ham maddedeki kazeinin nispi oranı, eklenen erimiş tuz miktarının hesaplanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Göreceli kazein içeriği %80-90 olan taze ve orta olgun sert ve yarı sert peynirlerde kullanılacaksa %3 erimiş tuz yeterlidir (Üçüncü, 2004).

İstenilen nihai ürün özelliklerine sahip işlenmiş peynir üretilirken doğru doğal peynir ve erimiş tuz seçimi de çok önemlidir. İşlenmiş peynir üretiminde katkı maddelerinin seçimi, kombinasyonu ve formülasyonu, nihai ürünün kalitesi, tadı ve dokusu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Peynir ve işlenmiş ürünlerin imalatına diğer süt ve süt ürünü olmayan katkı maddeleri de eklenebilir. En yaygın olarak kullanılan katkı maddeleri, yağsız kuru süt, kazein ve peynir altı suyu proteinlerinin birlikte çöktürücüleri, peynir altı suyu türevleri ve süt yağıdır. Kullanılan bu katkı maddeleri işlenmiş peynirin kalitesinden ödün verilmemelidir. Katkı maddelerinin kullanımı, karışımdaki emülsifiye edici tuz miktarını azaltabilmektedir. Peynir altı suyu proteini konsantresi gibi peynir altı suyu proteini ürünleri, işlenmiş peynir karışımlarında çok yaygın bir katkı maddesidir. Süt sistemine düşük laktozlu ve düşük mineralli peynir altı suyu proteini ürününün eklenmesi tercih edilir, çünkü bu istenen bir tada sahip nihai bir ürün sağlamaktadır. Bu peynirin tadı güzel değilse ve mikrobiyal kusurları varsa işlenmiş peynir üretiminde kullanılması tavsiye edilmemektedir. Çünkü bu peynir nihai ürünün kalitesini düşürür ve ürün kabul edilmemektedir. Laktoz içeriği %6'dan az olmalıdır çünkü laktoz içeriği Maillard reaksiyonlarına veya işlenmiş peynirlerin karamelizasyonuna neden olabilmektedirler. Tipik olarak, peynirin toplam yağ içeriğini arttırmak için karışıma tereyağı eklenmektedir. Kullanılan yağ yüksek kalitede olmalıdır. Bitkisel yağlar sadece peynir benzeri ürünlerin imalatında kullanılmaktadır (Caric, 1993).

Bugün, işlenmiş peynir yapmak için ticari olarak temin edilebilen 40'tan fazla siyah tuz türü kullanılmaktadır. Joha, PZ, Kasomel vb. ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı erimiş tuzlar ticari ad altında satılmaktadır. Joha veya Kasomel füzyon tuzları karıştırılarak istenilen oranlarda kullanılabilir. Ancak karışımda kullanılan tuz sayısı 2 ile en fazla 3 ile sınırlandırılmalıdır. Aksi takdirde pH düzenleme, kazein çözme ve yapı oluşturma gibi önemli aktivitelerin istenilen yönde sağlanamaması riski bulunmaktadır. Bu tuz seti, fosfat ve sitratın mükemmel çözme etkisini birleştirmektedirler. Bu tuzlar, kazeinin mükemmel solvent etkinliği ile korunması gereken her yerde başarıyla kullanılabilir. Uygulamaya örnek olarak yağlı olma eğiliminde olan veya ileri bir olgunluk aşamasına ulaşmış bir ham madde verilebilir. Ayrıca karışımdaki sitrat, işlenmiş peynirin lezzetine tazelik katmaktadır. Bu, olgun bileşenlerin tat anormalliğini bir dereceye kadar düzeltmektedir. Erimiş

tuz karışımı yapmanın püf noktası; amaç, eritme işlemi ve müteakip paketleme ve depolama için gerekli olan pozitif özelliklerin güçlendirilmesi, negatif özelliklerin ise artık etkili olmadıkları bir düzeye kadar elimine edilmesi için her bir tuzun oranlarını belirlemektir. Tipik olarak üreticiler, deneyimlerine dayanarak ortalama %2.5-3.5 oranında tuz eklemeyi önermektedir. Ancak hammaddeler; protein, yağ, kalsiyum içeriği ve asitlik, olgunluk ve nihai ürünün özel kıvam gereksinimlerindeki farklılıklar nedeniyle gerçek dozaj aralıkları oldukça geniştir. Fosfatta bu oran %3,5 ile %4'tür; sitrat ile %4.5-5'e ulaşabilmektedir. Bununla birlikte, çözünmüş tuz, deneme yanılma yoluyla çok yüksek dozlarda erimiş tuz eklenmesi, eriyiğin viskozitesini artıracak ve nihai ürünün kıvamını daha sıkı hale getirmektedir. Doz; hesaplanan minimumun altına düşürülürse, proteinin çoğu değişmeden kaldığından başarılı bir çözülme mümkün olmamaktadır. Çok az miktarda erimiş tuz eklenmesi genellikle yapışkan, zayıf akış, pompalanması zor malzeme, düzensiz kıvam ve nihai ürüne yağ sızması ile sonuçlanmaktadır. Öte yandan, erimiş tuzun gerekli miktarın üzerinde kullanılması durumunda ürün üzerinde olumsuz bir etki oluşması kaçınılmazdır. Bu nedenle, iyon değiştiriciler, peptit ve dağıtıcı ajanlar, emülsiyon stabilizatörleri, pH ayarlayıcılar olarak işlevlerini başarıyla yerine getirmek için kesin olarak hesaplanmış dozlarda çözelti tuzlarının eklenmesine özen gösterilmelidir. Ancak bazı kimyasal, termal ve diğer mekanik faktörlerden dolayı aşırı kremalanma riski varsa hesaplanandan biraz daha az tuz ilave edilerek krema haline getirilebilir. Özellikle Stephan tipi eritici kullanan firmalarda %3 yerine %2,5 tuz eklenmesi tavsiye edilmektedir. Kürülenmiş ve dilimlenmiş peynirler ve tüm yumuşak peynirler kullanıldığında %2-2,5 oranında eritilmiş tuz yeterlidir. Süt konsantresi ve peynir altı suyu ve çözünür kazeinatlar gibi işlenmiş peynir üretiminde diğer katkı maddeleri eklenirken; bu durumda, eklenen tuz miktarını değiştirmeye, yani normalde yukarıdakiler için kullanılan daha fazla erimiş tuz eklemeye gerek yoktur. Ancak hamura tereyağı ekliyorsanız; yağ-protein arayüzünde meydana gelen kuvvetlerin neden olduğu önemli sürüklenme göz önüne alındığında, %0,5 daha fazla erimiş tuz eklenmesi tavsiye edilmektedir. Erimiş tuz ayrıca peynirin pH'ını da ayarlamaktadır. İşlenmiş peynirin pH aralığı 5,7 ile 6,2 arasındadır. Ülkemizde en uygun pH aralığı 5.5-5.7'dir. İşlenmiş peynirin yüksek pH'ı, peyniri yumuşak, alkali ve lezzet açısından zenginleştirmektedir. Tüm emülsifiye edici tuzlar birbirleriyle karışabilir, böylece peynire istenen pH'ı vermek için ideal karışım

oluşturulur. İşlenmiş peynirin pH'ı mevsimsel olarak değişmektedir. Deęer kışın 5,65 pH ve yazın 5,55 olmalıdır. pH değeri 6'dan yüksek ise tehlike depolama özelliklerinden başlamaktadır. Tuzlu, acı ve sabunlu bir tadı bulunmaktadır (Hurşit, 2008).



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Kaymak Üretimi

Yağı azaltılmış Kaymak imalatı 3 bağımsız deneme ile Ak Gıda Ar-Ge Merkezi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Yağ içeriğinin doğrudan azaltılması, zayıf, yarı katı jellere yol açmıştır. Bu sebeple, toplam kuru maddedeki büyük kaybı telafi etmek için, yağı azaltılmış kaymak numuneleri %69,7 oranında %40lık krema, %30 oranında rennet kazein ve emülsifiye edici tuzlar kullanılmıştır. Rennet kazein üretiminde yağsız süt pastörize edilmiş (72°C 2 dk) ve 8°C'ye soğutulmuş, ardından %20'lik sitrik asit kullanılarak süt pH 5.5'e ön asitleştirilmiştir. Kimozin (BioRen® Premium 95LH300, 290 uluslararası süt pıhtılaşma ünitesi (IMCU)/mL, Biokim & Wenda Kimya San. ve Tic. A.Ş., İzmir, Türkiye) ve CaCl₂ (%30) sırasıyla 2 g ve 3 g oranında 5 L süt için eklenmiştir. Sütün sıcaklığı 30°C'ye yükseltilmiş ve pıhtının elde edilmesi için (~2 saat) beklenmiştir. Pıhtı daha sonra kesilmiş, süzölmüş ve tülbent içine aktararak 12 saat preslenmiştir. Yağı azaltılmış kaymak imalatında, taze süt kreması (%40 süt yağı) ve elde edilen rennet kazein, TSC, DSP, TSPP ile 5 ve 10 mM seviyelerinde karıştırıldıktan sonra Thermomix® blender kullanılarak 10 dakika karıştırılmıştır. Yağı azaltılmış bir kaymak numunesi, negatif kontrol (emülsiyeye tuzsuz) olarak ET kullanılmadan aynı prosedürde üretilmiştir. Homojenleştirilmiş yağı azaltılmış kaymaklar daha sonra kaplara (80 g) aktarılmış ve 4°C'de depolanmıştır. Rennet kazein ilavesi olmayan normal yağlı kaymak (kontrol) %60 süt kreması kullanılarak hazırlanmıştır. Süt kreması 90°C'de 2 dakika ısıtılma tabi tutulduktan sonra kaplara aktarılmış ve 4°C'de depolanmıştır. Bu çalışmada kullanılan kaymak numuneleri Tablo 3.1.'de verilmiştir. Analizler 1, 14 ve 30. günlerde yapılmıştır.

3.2. DeneySEL Tasarım ve İstatistiksel Analiz

Kaymak üretiminin 3 tekrarlı denemesi 3 ayda gerçekleştirildi. Her denemede, düşük yağlı Kaymak numuneleri üretmek için 2 seviyede (5 ve 10 mM) 3 emülsifiye edici

tuz (TSS, DSF, TSPF) kullanılmıştır. Bir adet az yağlı kaymak, negatif kontrol olarak ET-siz (emülsiyeye tuz içermeyen) ve kontrol olarak normal yağlı kaymak (%62 yağ) üretilmiştir. İstatistiksel analiz JMP (13.0 sürümü; SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Veriler varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiş ve istatistiksel fark Tukey-HSD çoklu karşılaştırma testi yardımıyla $P < 0,05$ düzeyinde belirlenmiştir. Çeşitli yanıtlar arasında Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo 3.1. Deneyssel kaymak numunelerinin üretiminde kullanılan emülsifiye edici tuzun türü ve konsantrasyonu.

Örnek numarası	Örnek adı	Kullanılan ET ¹	ET konsantrasyonu
1	Kontrol	-	-
2	ET-siz	-	-
3	DSF5	DSF ²	5 mM
4	DSF10	DSF	10 mM
5	TSS5	TSS ³	5 mM
6	TSS10	TSS	10 mM
7	TSPF5	TSPF ⁴	5 mM
8	TSPF10	TSPF	10 mM

¹ Emülsiyeye tuz

² Disodyum fosfat

³ Trisodyum sitrat

⁴ Tetrasodyum pirofosfat

3.3. Kimyasal Analiz

Süt ve kaymak örneklerinde protein (toplam yüzde $N \times 6.38$; Kjeldahl yöntemi; yöntem 991.20; AOAC, 2007), toplam kuru madde (yöntem 990.19; AOAC, 2007), yağ (yöntem 2000.18; AOAC, 2007), kül (yöntem 945.46; AOAC, 2007), pH (Inlab® solid pro; Mettler Toledo, Columbus, OH) titrasyon asitliği (yöntem 947.05; AOAC, 2007) ve tuz (yöntem 975.20, AOAC, 2007) analiz edilmiştir.

3.4. Tekstür Anlizi

Kaymak numunelerinin tekstürel özellikleri tekstür analiz cihazı (TA.XTPlus; Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, ABD) ile izlenmiştir. Kaymak numuneleri 80 gramlık kaplara aktarılmış ve kapların %75'i doldurulmuştur. Kaymak numunelerine 4°C'de tek eksenli sıkıştırma uygulanmıştır. Test sırasında 35 mm'lik silindirik bir prob 5 mm penetrasyon derinliği ve 1 mm/s hız ile kullanılmıştır. Analizler üç tekerrür halinde yapılmıştır.

3.5. Duyusal Analiz

Kaymak lezzet ve tekstürel özellikleri 10 eğitimli panelist ile analiz edilmiştir. Kaymak numuneleri için kıvam, lezzet, pürüzsüzlük, sürülebilirlik ve genel puanı değerlendirmek için 0-9 puan (0 hiç beğenmedim, 9 çok beğendim) hedonik ölçek kullanılmıştır.

Numunelere rastgele 3 basamaklı bir sayı verilmiş ve 30 günlük depolama sonunda 4°C’de değerlendirilmiştir.





4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kimyasal Kompozisyonu

Kaymak örneklerinin bileşimi Tablo 4.1.'de verilmiştir. Kontrol ve yağı azaltılmış kaymak örnekleri sırasıyla %62 ve %30 süt yağı içermektedir. Süt yağı, kaymağın ana bileşenidir ve süt yağındaki ~%32'lik azalma beklendiği gibi yağı azaltılmış kaymak numunelerinin toplam kuru madde içeriğinde önemli bir düşüşe neden olmuştur. Rennet kazein ilavesi yağı azaltılmış kaymakların protein içeriğini %1,9'dan %3,6'ya çıkarmıştır. Kontrol numunesinin pH değeri yağı azaltılmış Kaymak numunelerinden önemli ölçüde daha yüksektir. Kontrol kaymak doğrudan pastörize edilmiş %60 taze kremadan üretildiği için kaymağın pH değeri sütün pH değerine yakın yakındır. Yağı azaltılmış kaymak üretiminde taze kremaya rennet kazeininin (pH~5.2) katılması yağı azaltılmış tüm kaymak numunelerinin pH değerlerini düşürmüştür. Rennet kazeini emülsifiye edici tuzlarla karıştırılmış olsa da ET tarafından oluşturulan tamponlama pH'yı kontrol kaymak seviyesine yükseltmek için yeterli olmamıştır. Tüm kaymak numuneleri <%1 tuz içermiş ve tuz seviyelerinde herhangi bir fark gözlenmemiştir. Kaymak numunelerinin tuz içerikleri klorür düzeyine göre titrimetrik herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Tablo 4.1. Normal yağlı ve yağı azaltılmış kaymak örneklerinin 1 günlük depolamada bileşimi ve pH değerleri¹

	pH			Toplam Kuru Madde (%)			Yağ (%)			Protein (%)			Tuz (%)		
Kontrol	6.5	±	0.1 ^a	65.2	±	0.6 ^a	62.7	±	0.6 ^a	1.9	±	0.0 ^a	0.0	±	0.0
ET'siz	5.9	±	0.1 ^b	37.0	±	0.3 ^b	30.3	±	0.3 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.0	±	0.0
DSF5	5.9	±	0.1 ^b	37.5	±	0.4 ^b	30.0	±	0.0 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0
DSF10	5.9	±	0.2 ^b	37.5	±	0.4 ^b	30.2	±	0.3 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0
TSS5	5.9	±	0.1 ^b	37.5	±	0.4 ^b	30.0	±	0.0 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0
TSS10	6.1	±	0.2 ^{ab}	37.5	±	0.4 ^b	30.0	±	0.0 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0
TSPF5	6.0	±	0.2 ^b	37.5	±	0.4 ^b	30.0	±	0.5 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0
TSPF10	6.0	±	0.2 ^b	37.5	±	0.4 ^b	29.8	±	0.3 ^b	3.6	±	0.0 ^b	0.1	±	0.0

¹Veriler ortalamadır (n=3); ortak bir üst simgeyi paylaşmayan aynı sütun içindeki değerler farklıdır (P < 0.05)

4.2. Kaymak Tekstürü

Kaymak numunelerinin sertlik değerleri Şekil 4.1a'da verilmiştir. Normal yağlı kontrol numunesi, depolama sırasında tüm yağı azaltılmış kaymak numunelerine kıyasla en yüksek sertlik puanlarını sergilemiştir. Çoğu süt ürününde, protein-protein etkileşimleri tekstürü etkileyen ana kuvvetlerdir. Ancak kaymak çok düşük protein içeren bir üründür ve tekstür önemli ölçüde buzdolabı sıcaklığında süt yağının katı yapısından gelmektedir. Yağı azaltılmış kaymak imalatında uzaklaştırılan yağın çoğu su ile değiştirilmiştir. Bu nedenle kontrol örneğinin yüksek yağ içeriğinin daha sert tekstürden birinci derecede sorumlu olduğunu düşünmekteyiz.

Depolama sırasında TSS10 numunesi, ET-siz yağı azaltılmış kaymağa kıyasla daha yüksek sertlik sergilemiştir. TSS'nin yeni kazein-kazein etkileşimleri oluşturma yeteneği olmamasına rağmen 10mM TSS kullanılması yağı azaltılmış Kaymak jelinin sertliğini arttırmıştır. Özcan-Yılsay ve ark. (2007), çeşitli TSS konsantrasyonlarının yoğurdun reolojik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yoğurtta en yüksek depolama modülünün (G') 10-20 mM TSS ile üretilen yoğurtlarda gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, 5 mM TSS ile üretilen yoğurt jelleri, 10 mM TSS ile üretilen jellere kıyasla daha düşük G' değerleri sergilemiştir. Ayrıca saklama süresince TSS5 kaymak numunesinin TSS10'a göre daha düşük sertlik değerlerine sahip olduğunu gözlemlenmiştir. Koloidal kalsiyum fosfatın ET gibi kalsiyum şelatlayıcı ajanlarla çözünmesi kazein misellerini bozmakta ve kazeinlere hareketlilik vermektedir. Kaymak gibi yüksek yağlı bir üründe yüksek düzeyde kazein misel bozulması, daha iyi yağ emülsifikasyonu ve kazein kazein etkileşimlerinin oluşmasını sağlamış olabilir.

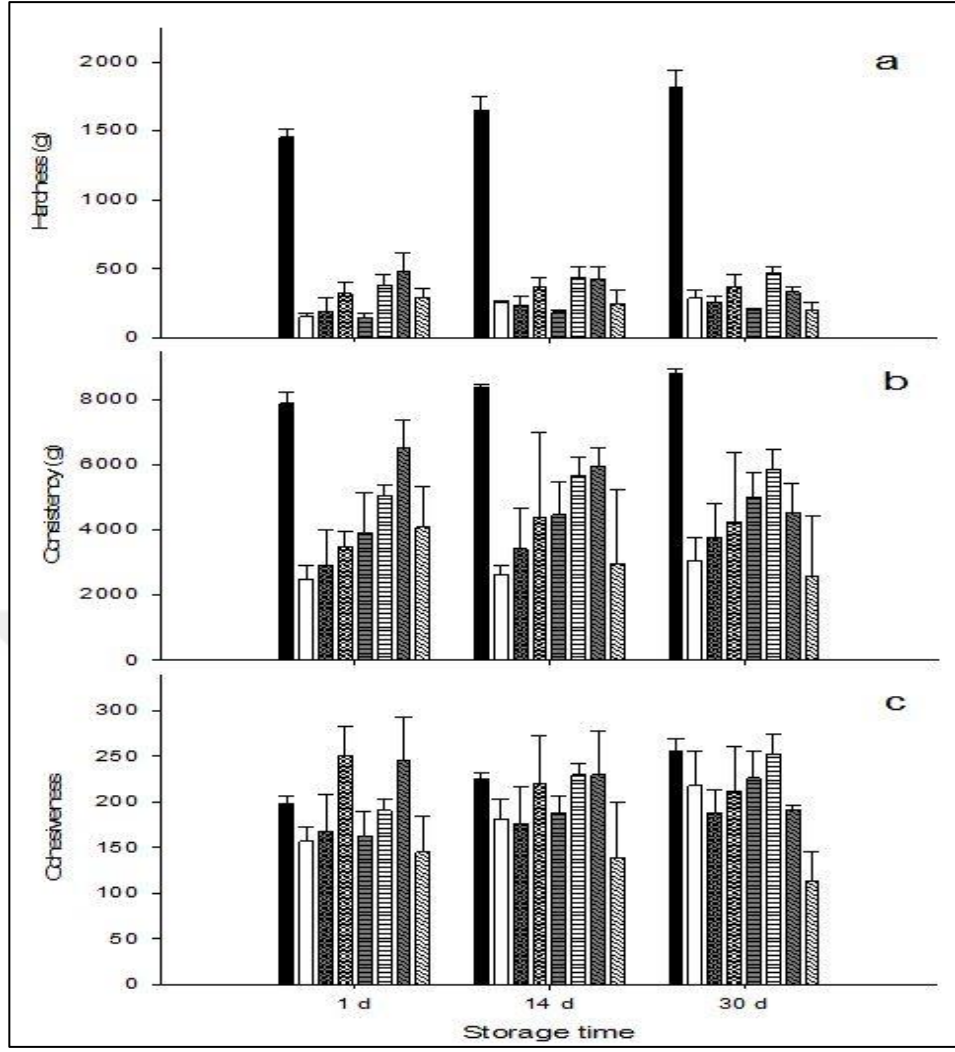
TSPF, yeni kazein-kazein etkileşimleri oluşturma yeteneğine sahiptir (Mizuno ve Lucey, 2007). TSPF5 numunesi, yağı azaltılmış kaymağın sertliğini ET-siz kaymak numunesine kıyasla depolamanın 1. ve 14. gününde artırmıştır. TSPF10 numunesi ise depolama süresince yağı azaltılmış kaymağın sertliğini etkilememiştir. Mizuno ve Lucey (2007), fosfat tuzlarının süt proteinleri üzerindeki etkisini araştırılmışlardır. Benzer şekilde 6.7 mM TSPF kullanılarak en yüksek kırma kuvvetine sahip jellerin oluştuğunu bildirmişlerdir. Ayrıca TSPF ≤ 2.9 veya ≥ 10.5 mM eklendiğinde jel oluşumunun gözlemlenmediğini de bildirmişlerdiler. Öte yandan, Özcan ve ark. (2008), yoğurtta düşük düzeyde TSPF (≤ 0.1) kullanımının G' değerlerini

etkilemediğini, TSPF $\geq 0,125$ kullanımının G' değerlerini önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Cunha ve Viotto (2010), bu çalışmada kullandığımız yağı azaltılmış kaymağa benzer yağ içeriğine ve yüksek neme sahip Requeijao cremoso proses peynirinde çeşitli ET'lerin kullanımını araştırmışlardır. TSPF ile yapılan Requeijao cremoso peynirleri, TSS'ye kıyasla daha yüksek sertlik değerleri sergilediğini bildirmişlerdir (her ikisi de kuru ağırlıkta %2,3 ET içermekte). Bizim çalışmamızda da kullanılan ET konsantrasyonu jel sertliğini etkilemiş, ancak TSPF, TSS'ye kıyasla daha sert tekstüre yol açmamıştır. Requeijao cremoso peynirindeki protein içeriği (%10), yağı azaltılmış kaymaktan (%3,6) çok daha yüksek olması TSPF'den benzer etki gözlemlenmemesinin nedeni olabilir.

Herhangi bir seviyede kullanılan DSF yağı azaltılmış kaymak numunelerinin sertliğini etkilememiştir. Mizuno ve Lucey (2005), DSF'nin sulandırılmış süt proteini konsantresi solüsyonunda (%5wt/wt) tübiditeyi ve çözünür Ca ve Pi seviyelerini etkilemediğini bildirerek, DSF'nin kazein misellerini dağıtmak için en düşük yeteneğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Normal yağlı kontrol, 30 günlük depolama sırasında en yüksek kıvama sahiptir (Şekil 4.1b). TSS10 numunesi depolama süresi boyunca kontrol örneğine benzer kıvam göstermiştir. TSPF5, depolamanın 1. ve 14. gününde kontrol ile benzer kıvama sahip olsa da depolamanın 30. gününde kıvamı önemli ölçüde azalmıştır. Bu da TSPF tarafından oluşturulan jelin 30 günlük depolama sırasında stabil olmadığını göstermiştir.

Kaymak örneğinin kohesifliği yağ içeriği ve ET'den etkilenmemiş, tüm örnekler depolama sırasında benzer kohesiflik sergilemiştir.



Şekil 4.1. Kontrol için kaymak numunelerinin sertliği (1.a), kıvamı (1.b) ve yapışkanlığı (c) (■), ES-siz (□), DSP5 (▨), DSP10 (▩), TSC5 (■), TSC10 (▨), TSP5 (■), ve TSP10 (▨) 1, 14, ve 30 günlük depolama.

4.3. Duyusal Analiz

Duyusal tekstür ve lezzet puanları Tablo 4.2.'te gösterilmektedir. Kaymakta yağ azaltılması tüm duyusal özelliklerde puanları önemli ölçüde azaltmıştır. Kaymak örneklerinin tekstürel özellikleri duyusal puanları etkilemiştir. Kaymak genellikle ekmek üzerine sürülerek tüketildiği için sürülebilirlik kaymakta önemli bir kalite parametresidir. Cunha ve Viotto (2010), TSS ve TSPF ile üretilen Requeijao cremoso proses peynirlerin daha düşük sürülebilirliğe sahip olduğunu bildirmiştir. Ancak çalışmamızda TSC ile üretilen numuneler, yağı azaltılmış kaymaklar arasında duyusal değerlendirmede en yüksek puanları sergilemiştir. TSS10 numunesi DSF, TSPF ve ET-siz tüm yağı azaltılmış kaymaklara kıyasla daha yüksek kıvam, lezzet, pürüzsüzlük, sürülebilirlik ve genel puanlar almıştır. TSPF ile üretilen

numuneler duyusal analizde en düşük puanları almıştır. DSF ile üretilen yağ azaltılmış kaymak numuneleri, ET içermeyen numunelere göre daha düşük genel puanlar almıştır. 5 mM DSF'nin kullanılması, ET içermeyen numuneye kıyasla lezzet ve pürüzsüzlük puanlarını önemli ölçüde azaltmıştır.

Tablo 4.2. Normal yağlı ve yağı azaltılmış kaymak numuneleri için 30 günlük depolamada duyusal puanlar (0-9 puanlık bir ölçekte).¹

	Kıvam			Aroma			Pütürsüzlük			Sürülebilirlik			Genel		
Kontrol	8.5	±	0.1 ^a	8.3	±	0.2 ^a	8.6	±	0.2 ^a	8.8	±	0.1 ^a	8.7	±	0.1 ^a
ET-siz	4.7	±	0.2 ^e	5.5	±	0.1 ^c	4.3	±	0.4 ^c	4.5	±	0.4 ^d	4.7	±	0.4 ^c
DSF5	5.1	±	0.1 ^e	5.1	±	0.2 ^{cd}	4.1	±	0.4 ^c	5.3	±	0.1 ^c	4.0	±	0.1 ^{cd}
DSF10	5.6	±	0.3 ^d	4.6	±	0.3 ^d	3.1	±	0.1 ^d	4.9	±	0.1 ^{cd}	4.2	±	0.3 ^{cd}
TSS5	6.3	±	0.2 ^c	6.3	±	0.1 ^b	4.3	±	0.3 ^c	4.5	±	0.5 ^d	5.7	±	0.2 ^b
TSS10	7.2	±	0.3 ^b	6.6	±	0.2 ^b	5.7	±	0.5 ^b	6.5	±	0.3 ^b	6.5	±	0.4 ^b
TSPF5	3.5	±	0.1 ^f	3.8	±	0.2 ^e	2.5	±	0.1 ^d	3.5	±	0.1 ^e	3.2	±	0.1 ^e
TSPF10	2.7	±	0.1 ^g	2.4	±	0.1 ^f	2.5	±	0.1 ^d	2.2	±	0.2 ^f	2.1	±	0.2 ^f

¹Veriler ortalamadır (n = 3); ortak bir üst simgeyi paylaşmayan aynı sütun içindeki değerler farklıdır (P < 0.05)



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaymağın yağ içeriğinin %62'den %30'a düşürülmesi depolama süresince kaymağın tekstürel ve duyusal kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. Protein içeriğinin yaklaşık 2 kat artırılması tekstürel özelliklerin telafisi için yeterli olmamıştır. Yağı azaltılmış kaymaklarda 10 mM seviyesinde TSC kullanımı kaymağın tekstürel ve duyusal özelliklerini iyileştirmiştir. Sonuç olarak, TSC'nin daha yüksek protein içeriğine (>%4) sahip yağı azaltılmış kaymakta kullanılması kabul edilebilir kalitede yağı azaltılmış kaymak üretimi için umut verici görünmektedir.





KAYNAKLAR

- AOAC. (2007). Official Methods of Analysis. (18. Basım). *Association of Official Analytical Chemists International*, Editör: Horwitz W. Latimer W. G. Maryland, ABD.
- Akpınar, B.A. Özcan, Y.T. (2002). Bursa ilinde Tüketilen Kaymakların Mikrobiyolojik Özellikleri ve Bazı Patojen Bakterilerin Aranması, *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 16, 77-86.
- Albay, Z. Yıldırım, K. Çapa, E. Şimşek, B. (2021). Some Chemical, Microbiological, Textural and Sensory Properties of Traditional Dry Clotted Cream (Kuru Kaymak), *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i3.484-492.3818>
- Anlı, E.A. Gürsel, A. (2013). Fiziksel ayırma tekniği ile elde edilen süt yağından üretilen kaymakların bazı nitelikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 33-39.
- Atamer, M. Şenel, E. Hayaloğlu, A. Özer, B. (2016). Kuru Kaymağın Tekstürel Yapısı, *Akademik Gıda Yıl 2016*, Cilt 14, Sayı 2, 189 - 195, 01.06.2016
- Onmaz Ertaş, N. Aydın, N. (2019). Perakende Olarak Satışa Sunulan Kaymak ve Tereyağlarda Aflatoksin M₁ Varlığı, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 3, 2019, 213 – 217, Nuri Aydın <https://doi.org/10.32707/ercivet.648571>
- Badem, A. (2015). Rennet Kazeinin Kaşar Peynirinin Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Kalite Niteliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, *Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 2015.
- Bachmann, H.P. (2001). Cheese analogues: A review, *International Dairy Journal*, 11, 505-515.
- Berger, W. Klostermeyer, H. Merkenich, K. Uhlmann, G. (1989). Processed cheese manufacture. A Joha guide, *BK Ladengurg GmbH & Co.* Wurzburg, Germany.
- Brickley, C.A., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., McSweeney, P.L.H., and Lucey, J.A. (2008), "Influence of emulsifying salts on the textural properties of nonfat process cheese made from direct acid cheese bases", *Journal of Dairy Science*, Vol. 91, pp. 39-48. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0393>
- Caric, M. Kalab, M. (1993). Processed Cheese Products. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2 Major Cheese Groups, *London and New York*, 467-505.

- Chambre, M. Daurelles, J. (1997). Le fromage fondu, 3, Eck A and Gillis JC, Le Fromage Paris: Technique et documentation Lavoisier, Paris, 691-708.
- Caric, M. Gantar, M. Kalab, M. (1985). Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese-A review. *Food Microstructure*, 4, 297-312.
- Cavalier-Salou, C. Cheftel, J.C. (1991). Emulsifying salts influence on characteristics of cheese analogs from calcium caseinate, *Journal of Food Science*, 56, 1542-1547.
- Chen, L., and Liu, H. (2012), "Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella", *Journal of dairy science*, Vol. 95, pp. 4823-4830. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5480>
- Cunha, C.R., and Viotto, W.H. (2010), "Casein peptization, functional properties, and sensory acceptance of processed cheese spreads made with different emulsifying salts", *Journal of Food Science*, Vol. 75, pp.113-120. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01444.x>
- Çakmakçı, S. Hayaloğlu, A.A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 444-450.
- Çon, A.H. Gökçe, R. Gürsoy, O. (2000). Farklı Şekillerde Ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. (Ed. M. Demirci), Tekirdağ, 557 - 566.
- Demirbaş, Ö. Karadağ, A. Dalkıran V. ve Yıldız, C. (2012). Kazein Yüzeyine Metil Violetin Biyosorpsiyonu. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 93-102, 2012.
- Dereli, Z. Şevik, R. (2011). Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan Afyon kaymağında oluşan kimyasal değişimler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 1-8.
- Ellinger, R.H. (1972). Phosphates as food ingredients, *CRC Press*, Cleveland, 190.
- Ennis, M.P. O'Sullivan, M.M. Mulvihill, D.M. (1998). The hydration behaviour of rennet casein in calcium chelating salt solution as determined using a rheological approach, *Food Hydrocolloids*. 12 (4), 451-457.
- Eralp M. (1969). Tereyağı ve kaymak teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı, 375, Ankara.
- Fleming, D.W. Cochi, S.L. MacDonald, K.L. Brondum, J. Hayes, P.S. Plikaytis, B.D. Holmes, M.B. Audurier, A. Broome, C.V. Ringold, A.L. (1985). Pasteurized milk as a vehicle of infection in an outbreak of listeriosis, *New England Journal of Medicine*, 312, 404-407.
- Fox, P.F. Guinee, T.P. Cogan, T.M. McSweeney, P.L.H. (2000). Fundamentals of cheese science, *Aspen Publishers Incorporated*, Maryland, 429-451.
- Fox, P.F. Kelly A.L. (2004). The caseins, in proteins in food processing, Yada RY, *CRC Press Incorporated*, Cambridge, England.

- Guinee, T.P. (2007). Cheese-like products, in cheese problems solved, McSweeney, PLH, CRC Press Incorporated, Florida, USA, 365-386.
- Guinee, T.P. Caric, M. Kalab, M. (2004). Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products, *Cheese: chemistry, physics and microbiology*, major cheese groups 2, Fox PF, Elsevier Applied Science, London, UK, 349-394.
- Gür, F. Güzel, M. Öncül, N. Yıldırım Z. ve Yıldırım, M. (2010). Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri, *Akademik Gıda*, 8(1), 23-31, 2010.
- Heertje, I. Boskamp, M.J. Van Kleef, F. Gortemaker, F.H. (1981). The microstructure of processed cheese, *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 35, 177-179.
- Hurşit, A.K. (2008). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Süt Bilimi ve Teknolojisi Ders kitabı, Samsun, 143-145.
- İnal, T. (1990). Süt ve süt ürünleri hijyen ve teknolojisi, İstanbul. Jack FR and Paterson A 1992, *Texture of hard cheeses*, Trends in Food Science.
- İpekçioğlu, V. Gürler, Z. (2017). Afyonkarahisar’da Tüketime Sunulan Afyon Kaymaklarında Bazı Patojen Bakterilerin Aranması, *Kocatepe Veteriner Dergisi*, Cilt 10, Sayı 4, 2017, 354 – 357
- Kan, F. Küçükkurt, İ. (2018). Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması, *Kocatepe Veteriner Dergisi*, Cilt 11, Sayı 4, 2018, 447 – 453
- Kapoor, R., and Metzger, L.E. (2008), “Process cheese: Scientific and technological aspects—A review”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 7, pp. 194-214. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2008.00040.x>
- Kara, R. Demirel, Y.N. (2016). Afyon Kaymağı Üretiminde Kullanılan Süt Türünün Real-Time PCR ile Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi *Veteriner Bilimleri Dergisi*, Cilt 11, Sayı 2, 2016, 0 – 0
- Kocatürk, K. Gökçe, Ö. Ergin, F. Ahmet Küçükçetin, A. Gürsoy, O (2019). Geleneksel Yöntemlerle Üretilen ve Manda Kaymağı Olarak Pazarlanan Ürünlerin Bazı Özellikleri ile Konjuge Linoleik Asit İçerikleri, *Akademik Gıda* 17(4) (2019) 476-484, DOI: 10.24323/akademik-gıda.667260
- Kosikowski, F.V. Mistry, V.V. (1997). Cheese and fermented milk products, *Connecticut*, 1, 328-352.
- Kurt, A. Özdemir, S. (1988). Erzurum’da Yapılıp Satılan Kaymakların Bileşimi ve Mikrobiyolojik Kalitesi, *Gıda*, 13 (3), Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6850/91843>
- Küçükkebabçı, M. Şahin, M. (2000). Dünyada ve Türkiye’de Mandacılık Semineri, *Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Afyon.

- Lucey J.A. Lee, M.R. Johnson M.E. (2005). Impact of modifications in acid development on the insoluble calcium content and rheological properties of Cheddar cheese, *Journal of Dairy Science*, 88, 3798–3809.
- Lucey, J.A. Fox, P.F. (1993). Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: A review, *Journal of Dairy Science* 76, 1714-1724.
- Lucey, J.A. Johnson M.E. Horne D.S. (2003). Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese, *Journal of Dairy Science*, 86, 2725–2743.
- Lucey J.A, Maurer-Rothmann, A., and Kaliappan, S. (2011), “Functionality of ingredients: Emulsifying salts”, Tamime, A.Y. (Ed.), *Processed cheese and analogues*, Wiley-Blackwell, West Sussex, UK, pp. 110-129. <https://doi.org/10.1002/9781444341850.ch4>
- Lucey J.A. O’Mahony, J.A. McSweeney P.L.H. (2005). Chymosin-mediated proteolysis, calcium solubilization and texture development during the ripening of Cheddar cheese, *Journal of Dairy Science*, 88, 3101-3114.
- Lu, Y., Shirashoji, N., and Lucey, J.A. (2008), “Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts”, *Journal of Food Science*, Vol. 73, pp. 363-369. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00914.x>
- Mair-Waldburg, H. (1958). Anwendung und wirkung kondensierter phosphate in milcherzeugnissen, kondensierte phosphate in lebensmitteln, *Giessen: Bruhlsche Universita Tsdruckerei*, 104-121.
- Mayer, H.K. (2001). Bitternes in processed cheese caused by an overdose of a spesific emulsifying agent, *International Dairy Journal*, 11, 533-542.
- Metin, M. (2005). Süt Teknolojisi, Sütün bileşimi ve işlenmesi, İzmir, *Ege Üniversitesi Basımevi*
- Mizuno, R. Lucey, J.A. (2005). Effects of Two Types of Emulsifying Salts on the Functionality of Nonfat Pasta Filata Cheese, November 2005, *Journal of Dairy Science* 88(10):3411-25, DOI:10.3168/jds.S0022-0302(05)73025-3
- Mizuno, R., and Lucey, J.A. (2005), “Effects of emulsifying salts on the turbidity and calcium-phosphate-protein interactions in casein micelles”, *Journal of Dairy Science*, Vol. 88. pp. 3070-3078. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72988-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72988-X)
- Mizuno, R., and Lucey, J.A. (2007), “Properties of milk protein gels formed by phosphates”, *Journal of Dairy Science*, Vol. 90, pp.4524-4531. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0229>
- Öksüz, Ö.Ş. Kurultay, O. Şimşek. A. Gündoğdu. (2000). Tekirdağ İli Merkezinde Tüketilen Kaymakların Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, *VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu* (Ed. M. Demirci), Tekirdağ, 567-570.

- Öncü, N.A. (2012). Raf ömrü boyunca sıcaklık değişimlerine maruz kalan kaymaklarda l. monocytogenes'in gelişim potansiyelinin araştırılması, *İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Programı, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2012
- Özbek, Ç. Güzeler, N. Kalender, M. (2021). Aroma profiles and mineral composition of Buffalo kaymak collected from markets in the Çukurova region of Turkey, *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, Cilt 5, Sayı 4, 2021, 666 – 674
- Ozcan, T., Lucey, J.A., and Horne, D.S. (2008), "Effect of tetrasodium pyrophosphate on the physicochemical properties of yogurt gels", *Journal of Dairy Science*, Vol. 91, pp. 4492-4500. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1292>
- Ozcan-Yilsay, T., Lee, W.J., Horne, D., and Lucey, J.A. (2007), "Effect of trisodium citrate on rheological and physical properties and microstructure of yogurt", *Journal of Dairy Science*, Vol. 90, pp. 1644-1652. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-538>
- Öztürk, H.İ. (2015). Geleneksel Yöntemle Üretilen Tulum Peynirlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin, Biyoaktif Peptid İçeriklerinin ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2015.
- Pamuk, Ş. (2017). Geleneksel Afyon Kaymağı Üretimi, Atatürk Üniversitesi, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, Cilt 12, Sayı 1, 2017, 84 – 89
- Phadungath, C. (2005). Casein Micelle Structure: A Concise Review, Songklanakarin J. *Science Technology*, 27(1), 201-212, 2005.
- Southward, C.R. (1986). Utilization of milk components: casein, in Modern dairy technology, Robinson RK, *Elsevier Applied Science*, New York, 173-244.
- Şenel, E. (2011). Some Carbonyl Compounds And Free Fatty Acid Composition Of Afyon Kaymağı (Clotted Cream) And Their Effects On Aroma And Flavor, *Grasas Y Aceites*, 62 (4), Octubre-Diciembre, 418-427, 2011, issn: 0017-3495 doi: 10.3989/gya.011611
- Tekinşen, O.C. Tekinşen, K.K. (2005). Süt Ve Süt Ürünleri; Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. *Selçuk Üniversitesi Basım Evi*, Konya.
- Tomar, O. Akarca, G. (2018). Afyonkarahisar'da Satışa Sunulan Afyon Kaymaklarının Mikrobiyolojik Özellikleri, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 14, 2018, 102 – 109
- Türk Gıda Kodeksi, (2000). Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği (Tebliğ No: 2000/6)
- Türk Gıda Kodeksi, (2015). Peynir Tebliği (Tebliğ No: 2015/6)
- Üçüncü, M. (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi I-II cilt, İzmir S. 172-192. ISBN: 975- 9944- 5660-0-4.
- Üçüncü, M, 2005: Süt ve Mamulleri Teknolojisi. *Meta Basım*. Bornova, İzmir.

- Üçüncü, M. (2015). Süt ve Mamulleri Teknolojisi. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*, İzmir, 5. Baskı, 360.
- Ünal, R. Besler, T. (2008). Beslenmede Sütün Önemi, *Klasmat Matbaacılık*, 727, Ankara, 2008.
- Üstündağ Çayır, H. Yalçın, H. (2022). Nisin ve Kekik Yağının Kaymağa İnoküle Edilen *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* Üzerine Depolama Süresince Etkisi, *Kocatepe Veteriner Dergisi*, Cilt 15, Sayı 2, 2022, 200 – 208
- Walstra, P. Wouters JTM ve Geurts T (2006). Dairy science and technology, *CRC Press Inc.*, Florida, USA.
- Walstra, P. Geurts, T.J. Noomen, A. Jellema, A. Van Boekel MAJS (1999). Dairy Technology Principles Of Milk Properties And Processes, *Marcel Dekker, Inc.*, New York.
- Yakan Horasan, A. Şeker, E. (2022). Afyonkarahisar’da Satışa Sunulan Kaymaklardan İzole Edilen *Staphylococcus aureus* Suşlarında Metisilin ve Panton-Valentine Lökosidin Genlerinin Araştırılması, *Kocatepe Veteriner Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1, 2022, 101 – 105
- Yıldırım, S. (2014). Farklı Orijinden Sütlerin Rennetlenme Kinetiklerinin Yüzey Hidrofobisitesi Yaklaşımıyla İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- Yıldırım, T. (2019). Yüksek Isıl İşlem Uygulanmış Süt İle Üretilmiş Türk Beyaz Peynirinde Üretim Ph’sının Kalsiyum Dengesi Ve Peynirin Kesilebilirliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi, *Sakarya Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Yılmaz, L. Akpınar Bayizit, A. ve Özcan Yılsay, T. (2007). Süt Proteinlerinin Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (1), 59-64, 2007.
- Yılmaz, M. (1998). Manda ve İnek Sütlerinden Afyon Kaymağı Üretimi ve Üretilen Kaymakların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Yılsay, T.Ö. Bayizit, A.A. (2002) Bursa ilinde tüketilen kaymakların mikrobiyolojik özellikleri ve bazı patojen bakterilerin aranması, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 77-86.
- Zhong, Q. Daubert, C.R. Velez, O.D. (2004). Cooling Effects On A Model Rennet Casein Gel System: Part I, Rheological Characterization, *Langmuir*, 20, 7399- 7405.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ayşen CAN

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Gıda Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	19 Mayıs Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği	2008
Lise	Mithatpaşa Lisesi	2002

YABANCI DİL

İngilizce