



**ERZURUM ÇEVRESİNDEKİ PEYNİR
İŞLETMELERİNDE KULLANILAN PEYNİR
MAYALARININ MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL
ve TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

Ayşin CANTÜRK

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

2017

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERZURUM ÇEVRESİNDEKİ PEYNİR İŞLETMELERİNDE
KULLANILAN PEYNİR MAYALARININ MİKROBİYOLOJİK,
DUYUSAL ve TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

Ayşin CANTÜRK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



TEZ ONAY FORMU

**ERZURUM ÇEVRESİNDEKİ PEYNİR İŞLETMELERİNDE KULLANILAN PEYNİR
MAYALARININ MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
TESPİTİ**

Prof.Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında, Aysin CANTÜRK tarafından hazırlanan bu çalışma, 19/10/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3/3.)** ile kabul edilmiştir.

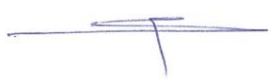
Başkan: Prof.Dr. Salih ÖZDEMİR

İmza : 

Üye : Prof.Dr. Songül ÇAKMAKÇI

İmza : 

Üye : Yrd.Doç.Dr. Engin GÜNDOĞDU

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **26/10/2017** tarih ve ...**42**.../**50**.... nolu kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM ÇEVRESİNDEKİ PEYNİR İŞLETMELERİNDE KULLANILAN PEYNİR MAYALARININ MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL ve TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ

Ayşin CANTÜRK

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Bu araştırmada, peynir kalitesi üzerinde büyük etkisi olan peynir mayalarının mikrobiyolojik, duyuşal, bileşim ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Peynir mayası (rennet) örnekleri, ülkemizin peynir üretim potansiyelinde önemli bir yeri olan Erzurum ve çevresindeki süt işletmelerinden temin edilmiştir. Toplam 20 adet peynir mayası örneğinde, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), koliform bakteri, maya ve küf, *Lactobacillus* ve *Lactococ* sayıları sırasıyla $<1 - 7,14 \pm 0,13$ log kob/ml, $<1 - 2,72 \pm 0,17$ log kob/ml, $<1 - 5,45 \pm 0,09$ log kob/ml, $<1 - 7,12 \pm 0,05$ log kob/ml ve $<1 - 7,31 \pm 0,04$ log kob/ml arasında bulunmuştur. *Staphylococcus aureus*, anaerob spor oluşturan bakteri ve *Salmonella*'ya ise hiçbir örnekte rastlanmamıştır. Peynir mayası örneklerinde; pH $4,21 \pm 0,01 - 6,12 \pm 0,02$; % asitlik $0,06 \pm 0,00 - 0,83 \pm 0,01$; % tuz $7,05 \pm 0,04 - 22,24 \pm 0,01$ arasında bulunmuş ve maya kuvvetinin 1/180 ile 1/10561 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Duyusal özellikler bakımından; incelenen peynir mayası örneklerinin 9 adedinin kendine özgü renk, görünüş ve kokuda, tortusuz ve berrak olduğu, 2 adedinin bulanık ve hafif tortulu olduğu, 10 adedinin ise yabancı kokuya sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde; peynir mayası örneklerinin çoğunun TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na mikrobiyolojik, duyuşal ve teknolojik özellikleri açısından uymadığı, ticari mayaların etiketleri üzerinde belirtilen maya kuvvetleri ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar arasında büyük farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Peynir mayası, peynir üretimi ve kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biri olması nedeniyle, üretim, muhafaza, kullanım ve denetimde tüm özelliklerinin dikkate alınması gerektiği ve bu konuda çalışmaların artırılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

2017, 51 sayfa

Anahtar Kelimeler: Peynir mayası, rennet, maya kuvveti, mikrobiyolojik kalite, duyuşal özellikler, gıda analizleri

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF MICROBIOLOGICAL, SENSORIAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RENNET USING IN CHEESE FACTORIES AROUND ERZURUM

Ayşin CANTÜRK

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

In this research, the microbiological, sensory, composition and technological properties of rennets, which have a major effect on cheese quality, were determined. Rennet samples were obtained from dairy companies in Erzurum and around where there is an important cheese production potential of Turkey. At total 20 pieces of rennet sample, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), coliform bacteria, yeast and mold, *Lactobacillus* and *Lactococcus* counts were $<1-7.14 \pm 0.13$ log cfu/ml, $<1-2.72 \pm 0.17$ log cfu/ml, $<1-5.45 \pm 0.09$ log cfu/ml, $<1-7.12 \pm 0.05$ log cfu/ml and $<1-7.31 \pm 0.04$ log cfu/ml, respectively. *Staphylococcus aureus*, anaerobic spore-forming bacteria and *Salmonella* were not found in any sample. It was determined that, pH $4.21 \pm 0.01-6.12 \pm 0.02$, % acidity $0.06 \pm 0.00-0.83 \pm 0.01$, salt % $7.05 \pm 0.04-22.24 \pm 0.01$ and the clotting activity varied between 1/180 and 1/10561. Nine of the rennet samples were found to have a distinctive color, appearance and odor in their sensory properties, with no sediment and clear, two of which were turbid and lightly sedimentary and ten of them had foreign odor. When the results of the research are evaluated collectively, it was determined that most of the rennet samples were not adaptable to TS 3844 Rennet Standard (Turkish) in terms of microbiological, sensory and technological properties and there were differences between obtained results and values indicated on the labels of commercial rennets. Since rennet is one of the most important factor affecting cheese production and quality, it was revealed that all properties of rennet should be taken into account in production, storage, usage and control and the studies in this area should be increased.

2017, 51 pages

Keywords: Rennet, milk coagulants, clotting activity, microbiology, sensorial properties, food analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın konusunun verilmesinden başlayarak her aşamasında bilgi, tecrübe ve tavsiyeleriyle bana yol gösteren, saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya,

Çalışmalarımın analiz aşamalarında yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşım Sayın Gıda Yüksek Mühendisi Hatice ERTEM'e, değerli hocam Sayın Arş. Gör. Yusuf ÇAKIR'a (Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü) ve peynir mayası örneklerinin alınmasında bana fırsat veren değerli peynir işletmesi çalışanlarına,

Ayrıca, manevi desteklerinden dolayı eşim Erhan CANTÜRK'e

Tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Ayşin CANTÜRK

Eylül, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Peynir mayası örneklerinde mikrobiyolojik analizler	19
3.2.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	20
3.2.1.b. Koliform grubu bakteri sayımı	20
3.2.1.c. Maya ve küf sayımı	21
3.2.1.d. <i>Lactobacillus</i> türlerinin sayımı.....	21
3.2.1.e. <i>Lactococcus</i> türlerinin sayımı.....	21
3.2.1.f. <i>Staphylococcus aureus</i> sayımı	22
3.2.1.g. Anaerob spor oluşturan bakteri sayımı.....	22
3.2.1.h. <i>Salmonella</i> aranması.....	22
3.2.2. Peynir mayası örneklerinde teknolojik analizler	23
3.2.2.a. Peynir mayası kuvvetinin tespiti.....	23
3.2.2.b. pH değeri	24
3.2.2.c. % Asitlik tayini	24
3.2.2.d. Tuz tayini.....	24
3.2.3. Duyusal analizler	25
3.2.4. İstatistiki analizler	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	26
4.1. Peynir Mayası Örneklerinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	26

4.1.1. TAMB sayısı	27
4.1.2. Koliform grubu bakteri sayısı.....	28
4.1.3. Maya ve küf sayısı.....	29
4.1.4. <i>Lactobacillus</i> türlerinin sayısı	30
4.1.5. <i>Lactococcus</i> 'ların sayısı	31
4.1.6. <i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	32
4.1.7. Anaerob spor oluşturan bakteri sayısı	32
4.1.8. <i>Salmonella</i> aranması.....	33
4.2. Peynir Mayası Örneklerine Ait Teknolojik Analiz Sonuçları	33
4.2.1. pH değeri	34
4.2.2. Asitlik (%)	35
4.2.3. Tuz (%).....	36
4.2.4. Peynir mayası örneklerinin kuvveti.....	38
4.3. Duyusal Analiz Sonuçları.....	39
4.3.1. Renk.....	41
4.3.2. Görünüş ve berraklık	42
4.3.3. Koku	42
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%LA	Yüzde laktik asit
°C	Derece santrigrat
kob	Koloni oluşturan birim
cfu	Colony-forming unit
dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
log	Logaritma
ml	mililitre
N	Normalite
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Peynir mayası örneklerinin TAMB sayılarının değişimi.....	28
Şekil 4.2. Peynir mayası örneklerinin koliform bakteri sayılarının değişimi	29
Şekil 4.3. Peynir mayası örneklerinin maya ve küf sayılarının değişimi	30
Şekil 4.4. Peynir mayası örneklerinin <i>Lactobacillus</i> sayılarının değişimi	31
Şekil 4.5. Peynir mayası örneklerinin <i>Lactococcus</i> sayılarının değişimi	32
Şekil 4.6. Peynir mayası örneklerinin pH değeri değişimi	35
Şekil 4.7. Peynir mayası örneklerinin % asitlik değerlerindeki değişim	36
Şekil 4.8. Peynir mayası örneklerinin % tuz miktarlarındaki değişim	37
Şekil 4.9. Peynir mayası örneklerinin kuvvetlerindeki değişim	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Peynir mayası örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları	26
Çizelge 4.2. Peynir mayası örneklerine ait bazı teknolojik analiz sonuçları	34
Çizelge 4.3. Peynir mayası (rennet) örneklerinin duysal özellikleri.....	40
Çizelge 4.4. Peynir mayası örneklerinde tarafımızca belirlenen diğer duysal özellikler	41



1. GİRİŞ

Peynir, yaklaşık 8000 yıl önce üretilen ve 2000'den fazla çeşidi olan en eski ve farklı fermente (Fox and McSweeney 2004; Fox *et al.* 2015), temel hammaddesi süt olan, çeşidi en fazla olan süt ürününün genel adıdır. Peynir üretimindeki asıl amaç, kısa sürede bozulabilir özellikte olan çiğ sütü, besin maddelerini koruyarak daha uzun raf ömrüne sahip olan bir süt ürününe dönüştürmektir (Mohamed Ahmed *et al.* 2010).

Peynirlerin büyük çoğunluğu -binlerce yıldır- geviş getiren hayvanların süt emme döneminde bulunan yavrularının şirdenlerinden (abomasum) elde edilen ve yüksek oranda rennin (kimozin) enzimi içeren "peynir mayası" ile pıhtılaştırılarak üretilmektedir (Shamtsyan *et al.* 2014; Çakmakçı vd 2017). Kimozin (EC, 3.4.23.4), süt proteini κ -kazeini fenilalanin (105) - metionin (106) (Phe-Met) aminoasit bağından koparmak için çok spesifik olup aşırı bir proteoliz oluşturmada proteinle peptidler arasında dengeyi sağlamakta ve peynirin acılaşmasını önlemektedir (Stepaniak 2004; Tejada *et al.* 2008; Shamtsyan *et al.* 2014). Kimozin pepsine göre daha yüksek pıhtılaştırma aktivitesine sahip olup peynir üretiminde en fazla istenen bir özelliktir (Çakmakçı vd 2017). Ancak küçük yaşta hayvan kesiminin artması ve bunun da ekonomik kayıp olması nedeniyle, peynir yapımında rennin yerine kullanılabilecek enzimler üzerinde yoğun çalışmalar yapılmış/yapılmaktadır (Jacob *et al.* 2011; Çakmakçı vd 2017).

Sütün pıhtılaştırılması peynir üretiminde temel aşamadır. Tüm peynir çeşitleri, rennetle pıhtılaştırılan (toplam üretimin yaklaşık %75'i), asitle (izoelektrik nokta) pıhtılaştırılan ve ısıl işlem ve asit kombinasyonu ile pıhtılaştırılan (çok küçük bir grup) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (Badgujar and Mahajan 2014; Fox *et al.* 2015). Bunlara ilaveten dördüncü bir grup olarak da asit, peynir mayası ve ısıl işlemin birlikte kullanıldığı bir peynir çeşidi olan Civil peyniri örneği verilebilir (Çakmakçı 2011; Çakmakçı vd 2014).

Enzimatik proseslerin geleneksel fiziko-kimyasal yöntemlere göre avantajları vardır. Enzimatik süt koagülasyonu iki aşamalı bir işlemdir; ortamdaki herhangi bir kimyasal değişiklik, tepkimenin iki aşamasını ayrı ayrı etkileyebilir. Birinci aşamada enzim, κ -kazein molekülünü hidrolize eder ve proteini iki parçaya böler: (hidrofobik) para κ -kazein ve (hidrofilik) makropeptid. İkinci safha, proteolitik etkiyle destabilize olan kazein misellerinin koagülasyonundan oluşur (Yegin vd 2011).

Buzağı renneti, yüksek süt pıhtılaştırma aktivitesi (milk clotting activity-MCA) ve düşük proteolitik aktivite (proteolytic activity-PA) ile karakterize edilen kimozone (Merheb-Dini *et al.* 2010) bağlı olarak, κ -kazeini fenilalanin (105) – metionin (106) (Phe-Met) aminoasit bağından koparmak için yüksek derecede spesifik olması nedeniyle en iyi pıhtılaştırıcı olarak kabul edilen bir aspartik proteazdır (Esposito *et al.* 2016).

Rennetin %75-95'lik kısmını kimozen enzimi oluşturmaktadır. Geri kalan %5-25'lik kısmı ise pepsindir. Kimozen, pepsine göre daha yüksek süt pıhtılaştırma aktivitesine sahiptir (Atacı 2001).

Rennet ticari olarak; sıvı, toz veya macun formunda bulunur. İlk iki form, peynir üretiminde en çok kullanılan, endüstriyel ölçekte buzağı şirdeninden üretilmektedir. Kuzu veya oğlak şirdeninden yapılan rennet genellikle macun kıvamındadır ve ağırlıklı olarak çobanlar veya peynir üreticileri tarafından (ustalık isteyen) yapılır (Addis *et al.* 2008).

Dünyada peynir üretimi ve tüketimi giderek artış gösterirken buzağı renneti temininin giderek azalması (Shieh *et al.* 2009), rennetin yüksek fiyatı, dini kaygılar (örneğin İslam ve Yahudilik), diyet (vejetaryenlik) veya rekombinant buzağı rennetinin yasaklanması (Fransa, Almanya ve Hollanda'da) gibi birçok neden, alternatif süt pıhtılaştırıcı kaynaklar aramayı teşvik etmiştir (Roseiro *et al.* 2003). Araştırmalar, mikrobiyal, rekombinant ve bitkisel kaynaklı enzimler de dahil olmak üzere, peynir üretiminde buzağı rennetinin yerine geçecek tatmin edici sütü pıhtılaştıran enzimlerin

keşfedilmesine yönelmiştir (Jacob *et al.* 2011). Buzağının dışında kuzu, oğlak, manda yavrusu, domuz, sığır, tavşan ve tavuk midesinde de kimozen enzimi bulunmaktadır (Akın 1996; Metin 1998).

Değişik kaynaklardan (hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal) elde edilip, kullanıma hazır hale getirilen pıhtılaştırıcı enzimlere sütü pıhtılaştırıcı enzim, peynir mayası veya rennet denilmektedir. Sütü pıhtılaştırıcı enzimlerin hepsi asit proteaz olup, bunlar kimozen (rennin), pepsin, tripsin (hayvansal kaynaklı), papain, bromelin, ricin (bitkisel kaynaklı) ve mikrobiyal enzimlerdir (*Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus*, *Cryphonectria parasitica*, *Bacillus subtilis* ve rekombinant kimozen elde edilmesinde kullanılan mikroorganizmalardan elde edilenler) (Yetişemiyen 2007).

1. Hayvansal Kaynaklı Pıhtılaştırıcılar

Hayvansal rennet geleneksel olarak genç hayvanların, ağırlıklı olarak buzağların, midelerinin şirden (abomasum) bölümünden elde edilir. Rennet hayvanın kesildiği andaki yaşına ve bundan önceki beslenme şekline bağlı olarak değişik oranlarda kimozen ve pepsin içerir. Ticari ürünlerde kimozen yaklaşık olarak %50-95 arasında değişir (Jacob *et al.* 2011).

Kimozen 5,3-6,3 pH değerlerinde oldukça stabildir. Asidik koşullarda ve pH 7'nin üzerinde aktivitesi büyük ölçüde azalır. Optimum sıcaklığı 41 °C'dir. 20 °C'nin altında ve 50 °C'nin üzerinde pıhtılaştırma gücü çok azdır. Kimozenin, özgül aktiviteleri farklı üç izoenzimi (A, B, C) vardır. Kimozen A ve B'nin miktarı çok, C'nin ise azdır. Kimozen A, kimozen B'ye göre daha aktiftir. A ve B birbirinden bir aminoasit farklılığı gösterir. C ise üç aminoasit bölgesi eksik olan (Asp244-Phe246) A'nın bir parçalanma ürünü olarak görülür (Üçüncü 2004).

Pepsin, midenin alt kısmındaki mukoza hücrelerinde inaktif pepsinojen halinde bulunur. Bu hücrelerden salgılanan pepsinojen, midenin asitli ortamında, 42 aminoasit uzunluğundaki küçük bir polipeptidin kopması ile etkin şekli olan pepsine dönüşür.

Pepsinin en etkin olduğu pH değeri 1,7-2,3'tür. pH 7'nin üzerinde ise hızla inaktive olur. Kimozin enzimine göre daha düşük pH'larda aktivite gösterdiği için sütün normal pH'sında pıhtılaşma süresinin uzamasına neden olur. Buna karşın proteolitik aktivitesi yüksektir. Dolayısıyla peynirlerde olgunlaşma süresince acı tat bileşenlerinin oluşumuna yol açar. Bu durum tek başına saf olarak kullanımını güçleştirir. Diğer taraftan peynir olgunlaşmasında ortalama pH değeri (4,9-5,2) pepsinin optimum pH değerinin (pH 2) üzerinde olduğu için pepsin ile üretilen peynirler kimozinle üretilenlere göre biraz daha yavaş olgunlaşırlar. Bu nedenle iki enzimin karışımının kullanılması tercih edilmektedir. Piyasada değişik oranlarda pepsin ve kimozin karışımları içeren peynir mayaları mevcuttur (Üçüncü 2004). Bir rennetteki kimozinin pepsine oranı, teknolojik ve proteolitik özelliklerini etkilediğinden önem taşımaktadır. Bu nedenle, ekonomik ve teknolojik nedenlerle, peynir üreticileri, sadece sütü pıhtılaştırma aktivitesini değil, aynı zamanda rennetin göreceli enzimatik bileşimini de bilmelidir (Rolet-Repecaud *et al.* 2017).

Henüz ot yemeye başlamadan kesilen buzağılardan alınan ve içerdiği enzime zarar vermeden temizlenen, kurutulan ya da dondurulan şirdenler peynir mayası üretiminde kullanılır. Şirden mayası %12-20 oranında tuz ve koruyucular içeren çözelti içerisine belirli oranlarda ilave edilen kıyılmış şirdenden enzimin özütlenmesi ile elde edilir. Özütleme işlemi tamamlandıktan sonra karışımdan posa ayrılır, çözelti filtre edilerek tamamen temizlenir. Bu şekilde elde edilen sıvı maya teknik, fizyolojik, hijyenik ve duyuşal özellikleri yönünden kodekse uygun hale getirildikten sonra kullanıma hazır hale gelir (Yetişemiyen 2007).

Modern rennet üretiminde mideler hayvanın kesiminden hemen sonra dondurulmaktadır. Ticari ekstraksiyonda, geçmiş yıllardan bu yana sadece; hammadde öğütme, enzim ekstraksiyonu, asit pH'da proenzim aktivasyonu, nötralizasyon, ekstraktın klarifikasyonu, purifikasyon ve konsantrasyonu kapsayan ufak detaylarda değişiklikler olmuştur (Jacob *et al.* 2011). Kim and Zayas (1991), şirden dokusu ekstraksiyonu için ultrason destekli bir yöntem tanıtmıştır; kimozin aktivitesi bu ekstraktlarda geleneksel ekstraktlardan daha yüksektir ve depolama stabilitesi ile ilgili

proteolitik aktivitesi üzerinde herhangi bir etki gözlenmemiştir. Buzağı şirdeninden ultrasonla ekstraksiyonun optimizasyonundan sonra, Zhang and Wang (2007) önemli ölçüde daha hızlı enzim transferi ve artan enzim verimi görmüşlerdir (Jacob *et al.* 2011).

Eskiden, pıhtılaştırıcı enzimler peynir üreticileri tarafından temizlenmiş ve kurutulmuş midelerin, peynir altı suyuyla ıslatılması ile ekstrakte edilmekteydi. Kurutulmuş şirdenler hala mevcuttur ve hemen hemen sadece ustalık gerektiren peynirlerde kullanılmaktadır (Gürses ve Çakmakçı 2009). Örneğin Erzincan Tulum (Şavak) peyniri üretiminde; temizlenmiş genç buzağların şirdenleri gölge ve kuru havada kurutulduktan sonra ince dilimler halinde doğranmakta, yaklaşık %10 NaCl içeren peynir altı suyunda (ağırlık/hacim) 1-2 hafta süresince ara ara karıştırılarak rennetin ekstraksiyonu gerçekleştirilmektedir. Süre sonunda tülbentten süzülen süzüntü peynir mayası olarak kullanılmaktadır (Hayaloğlu vd 2007; Çakmakçı vd 2008).

Son yıllarda en çok üzerinde durulan konular arasında, diğer geviş getiren hayvanlar özellikle de koyun rennetinin karakterizasyonu ve iyileştirilmesi gelmektedir (Jacob *et al.* 2011). Kuzu kimozini moleküler kütlesi yaklaşık olarak 36 kDa ve CaCl_2 'nin koagülasyon özellikleri üzerindeki etkileri pH 6,0-6,8'e hassasiyeti olduğu gibi buzağı kimozini ile karşılaştırılabilir; ancak buzağı kimozini biraz daha yüksek bir sıcaklığa bağlılık göstermektedir (Rogelj *et al.* 2001). Çok ticari olmasa da, kuzu rennet macunu süt dolu midelerden öğütme ve sonrasında kurutma, tuzlama ve olgunlaşma ile üretilir ve bazı Akdeniz ülkelerinde geleneksel koyun sütü peyniri üretiminde pıhtılaştırıcı olarak kullanılır. Endüstriyel proses, geleneksel yöntemden çok büyük bir farklılık göstermemektedir. Şirdenler tuzlanmakta ve konteynerlerde tabakalar halinde en az 3 ay olgunlaştırılmaktadır. Daha sonra, şirdenler öğütülüp, karıştırılarak macun haline getirilmektedir (Addis *et al.* 2008).

2. Bitkisel Kaynaklı Pıhtılaştırıcılar

Bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimler (papain, bromelin, ricin, ficin vb.) bitkilerin kök, gövde, tohum, çiçek, yaprak gibi belirli bölgelerinden değişik özütleme yöntemleri kullanılarak elde edilebilir. Bunlar bitkisel kaynaklı peynir mayaları (vegetable rennet) olarak anılırlar. Proteolitik aktivitelerinin pıhtılaştırma aktivitelerine oranla çok daha fazla olması, bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimlerin kullanımını sınırlamaktadır. Proteolitik aktivitenin yüksek olması, randımanda düşüş, pıhtı niteliklerinde bozulma ve acı tat oluşumu gibi kusurlara neden olmaktadır (Yetişemiyen 2007).

Pek çok aspartik ve diğer tip proteinazlar bitkilerden elde edilir. Bunların bir kısmı pıhtılaştırıcı olarak denenmiştir (*Benincasa cerifera*, *Calotropis procera*, *Dieffenbachia maculata*, *Solanum dobium*'un meyve kısımları, *Centaurea calcitrapa* ve *Cynara cardunculus* çiçekleri) (Sousa et al. 2001). İncir (*Ficus carica*, fisin), yaban enginarı – kenger otu (*Cynara cardunculus* L., kardozin), ananas (*Ananas sativa*) ve hintyağı tohumu (*Ricinus communis*) gibi bitkilerden elde edilen proteazların sütü pıhtılaştırabildiği saptanmıştır. Ancak inek sütünden peynir yapımında kullanımları, genel olarak başarılı olmamıştır. Çünkü süt pıhtılaştırma aktiviteleri aşırı proteolitikdir. Buna dayanarak Low et al. (2006), aşırı proteolizin peynir veriminde azalmaya ve olgun peynirde aroma (acılık) ve tekstür (yumuşama) kusurlarına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Hayvansal ve mikrobiyal pıhtılaştırıcılar daha dengeli bir ürün oluştururlar. Aynı zamanda bitkilerin toplanması pahalı ve işgücü gerektirdiğinden bitkisel pıhtılaştırıcılara göre ucuzdurlar ve kullanımları kolaydır. Ancak dini, diyet, genetik değişiklik vb. tepkiler sonucunda hayvansal rennet sorgulanmakta, bitkisel pıhtılaştırıcılara olan ilgi artmaktadır. Bitkisel pıhtılaştırıcılar küçük mandıralar veya çiftliklerde usta yapımı peynirlerde tercih edilmekten öteye gidememiştir (Dervişoğlu vd 2007).

3. Mikrobiyal Pıhtılaştırıcılar

Şirden mayasından sonra en fazla kullanılan peynir mayası mikrobiyal peynir mayalarıdır. Mikrobiyal peynir mayaları (mikrobiyal rennet) iki grup altında incelenebilir (Yetişemiyen 2007):

- a) Mikroorganizmalardan direkt olarak elde edilen proteolitik enzimlerden oluşan mikrobiyal peynir mayaları,
- b) Rennin enzimi üretiminde görevli genetik materyalin belirli mikroorganizmalara (*Kluyveromyces marxianus* var. *lactis*, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger* var. *awamori*) aktarılması sonucu, bu mikroorganizmaların ürettiği rennin enzimine özdeş enzimlerden oluşan mikrobiyal peynir mayaları.

Birinci grupta yer alanlar esas olarak *Cryphonectria parasitica*, *Rhizomucor miehei* ve *Rhizomucor pusillus* küflerinden elde edilen proteolitik enzimleri içeren mikrobiyal rennetlerdir. Bunlar fungal rennet olarak bilinir. Fungal rennetler peynir üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yetişemiyen 2007).

İkinci grupta yer alan mikrobiyal peynir mayaları rekombinant kimoziin olarak bilinmektedir. Rekombinant kimoziin, ayrıca fermente üretilen kimoziin (FPC) olarak da bilinir, genetik olarak değiştirilen buzağı kimoziini geni taşıyan mikroorganizmalardan (*Kluyveromyces marxianus* var. *lactis*, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger* var. *awamori* gibi) elde edilen enzim preparatlarıdır (Manzano *et al.* 2013a). Buzağı kesiminin azalmasına bağlı olarak doğal rennet üretiminde sıkıntı yaşanırken, rekombinant kimoziin üretimindeki gelişmeler ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi FDA'nın 1997'de GRAS (Generally Recognized as Safe- Genellikle Güvenli Kabul Edilen Katkılar) bileşen olarak kullanımına izin vermesi, kısmen de olsa ihtiyacın karşılanmasını sağlamıştır. Günümüzde dünya peynir üretiminde %50'nin üzerinde bir oranda fermente üretilen kimoziinden (rekombinant kimoziin) yararlanılmaktadır. Bu oran USA ve Britanya'da %90 oranına ulaşmaktadır (GMO Compass 2012). Buzağı rennetinin süt pıhtılaştırma aktivitesinin %5-50'si pepsinden kaynaklanabilirken, mikrobiyal

rekombinant kimozen preparatları pepsin içmez. Böylelikle bu iki enzimle yapılan peynirlerin proteolizleri arasında küçük farklılıklar gözlenir. Rekombinant kimozenin avantajları şöyle sıralanabilir (Dervişoğlu vd 2007): artan peynir mayası ihtiyacı buzağı kesmeden karşılanabilir, çok daha büyük miktarlarda üretim yapılabilir, standart kalite ve maksimum verim sağlanır, enzimin saflığı yüksek olduğu ve pepsin içmediği için peynirin olgunlaşma süreci kusursuz gerçekleşebilir ve ayrıca kalitesiz şirden kullanımından dolayı kaynaklanan peynir kusurlarına rastlanmaz

Uygulamada en yaygın kullanılan hayvansal kaynaklı enzim preparatı buzağı rennetidir. Bu nedenle “standart” kabul edilir ve diğer enzimlerle karşılaştırılır (Şahan ve Yaşar 2012). Rennet, hayvanın kesildiği yaşa, beslenme şekline ve kaynağına (buzağı veya sığır) bağlı olarak farklı oranlarda kimozen ve pepsin içmektedir. Ticari ürünlerde kimozen yaklaşık olarak %50-%95 arasında değişir (Jacob *et al.* 2011). İyi kalitedeki bir buzağı rennetinde, sütü pıhtılaştırma aktivitesinin %90’dan daha büyük oranının kimozen tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Guinee and Wilkinson 1992; Fox and McSweeney 1997; Jacob *et al.* 2011; Şahan ve Yaşar 2012).

Peynir teknolojisinde peynir mayalarının özellikleri peynir kalitesi bakımından çok önemlidir. Örneğin, kullanılan peynir mayasının pıhtılaştırma kuvveti (enzim aktivitesi, enzim kompozisyonu), ambalaj ve depolamadaki hatalar maya kuvvetini değiştirmektedir (Çakmakçı ve Boroğlu, 2004). Pıhtılaştırma gücü, peynir mayalarının teknolojik özelliğini dolayısıyla pıhtının sertliği ve yumuşaklığını etkilediği belirtilmektedir (Koçak, 1979; Uraz, 1979).

Peynir teknolojisinde önemli bir diğer konu da mayanın mikroorganizma yüküdür. Mikroorganizma yükü, hem mayanın dayanıklılığı hem de peynir teknolojisi açısından önemlidir. Mayaların içerdiği mikroorganizmalar nedeniyle aktivitelerini kaybettikleri gibi peynir kalitesini olumsuz etkiledikleri belirtilmektedir (Koçak, 1979).

Tüm dünyada olduğu gibi, son zamanlarda ülkemizdeki araştırmacılar tarafından da peynir üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Peynir üretimi için sütü

pıhtılaştırmada kullanılan peynir mayaları, içerikte belirtildiği gibi çok farklı kaynaklardan elde edilmektedir. Peynir kalitesine büyük etkisi olan peynir mayaları ile ilgili olarak bu araştırmada; ülkemizin peynir üretim potansiyelinde önemli bir yeri olan Erzurum ve çevresinde peynir üretimi yapan süt işletmelerinde kullanılan peynir mayalarının mevcut mikrobiyolojik, duyuşal, bileşim ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlişkili olarak, bulunan sonuçların peynir kalite problemleriyle interaksiyonları açıklanmış ve Peynir Mayası Standardı (TS 3844) ile karşılaştırılması yapılarak standarda uygunluğu tartışılmış, önerilerde bulunulmuştur.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sütü pıhtılaştıran enzimlerin hepsi asit proteaz olup hayvanlardan, bitkilerden ve mikroorganizmalardan elde edilmektedir (Serteser ve Gök 2003; Tejada *et al.* 2008; Guiama *et al.* 2010; Wei *et al.* 2016; Çakmakçı vd 2017). Peynir endüstrisinde kullanılan enzimlerin en etkili olanı kimozen olup, bunun dışında kullanılan spesifik olmayan bazı aspartik proteazlar peynirde acı tada, proteinde azalmaya ve peynir randımanında çok ciddi kayıplara yol açabilmektedir (Üçüncü 2004; Wei *et al.* 2016). Pıhtılaştırıcı enzimin kaynağına göre performansı ve peynirin kalitesi direkt olarak etkilenmektedir (Broome and Limsowtin 1998). Sütü pıhtılaştıran enzimin türü veya konsantrasyonu doku ve reolojik özellikler de dahil olmak üzere peynirin fiziksel özelliklerini etkileyebilir. Peynir telemesi içinde tutulan koagülant miktarının, kazein yıkımını etkilediği ve dolaylı olarak peynir yapısını ve lezzetini değiştirdiği belirtilmektedir (Borsting *et al.* 2014).

Peynir mayaları ile ilgili bazı araştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Kuzu rennet macununda bulunan lipolitik enzimlerin aktivitesi sonucu sütün yapısında bulunan trigliseritler, serbest yağ asitlerine parçalanmakta ve peynire karakteristik tat-koku veren bileşikler oluşmaktadır (Santillo *et al.* 2007a).

Lipazlar pregastrik ve gastrik esterazlar ihtiva eder ve aktiviteleri beslenmeyle değişir (Jacob *et al.* 2011). Süt kuzularının beslenmesine probiyotik mikroorganizmalar eklendiğinde (Santillo *et al.* 2007a,b), rennet macunu enzimatik aktivitesinde, özellikle de lipazlarla ilgili, artış görülmüştür.

Soltani *et al.* (2016), *Rhizomucor miehei* proteazı ve deve kimozenin çeşitli oranlardaki karışımlarını İran Ultrafiltre (UF) Beyaz peynire uygulayarak yaptıkları bir araştırma sonucunda, yüksek konsantrasyonda deve kimozenini kullanmanın, peynirlerde daha kompakt protein ağı ve sıkı dokuya neden olduğu, deve kimozenini seviyesinin artmasıyla,

UF peynirlerinde daha az protein parçalanması ve daha viskoelastik yapı sağladığı görülmüştür.

Rolet-Repecaud *et al.* (2017) tarafından, rennetlerdeki pepsin miktarının belirlenmesi için spesifik bir inhibisyon enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) geliştirildi. Geliştirilen inhibisyon ELISA'nın pepsin kantifikasyonu için uygulanabilirliği, ticari rennetlerin analizi ile değerlendirildi ve Uluslararası Sütçülük Federasyonunun (International Dairy Federation, IDF) standart kromatografik yöntemi 110A ile karşılaştırıldı. Yöntemler arasındaki ilişki ve uyuma, Deming regression analysis and Bland-Altman plot kullanılarak değerlendirildi. Çıkarımla inhibisyon ELISA'nın, rennette pepsinin hızlı ve hassas bir şekilde tespiti için güvenilir bir alternatif olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Solanaceae familyasından bazı bitkiler (*Solanum innacum*), sütü pıhtılaştırıcı enzim kaynağı olarak denenmiştir. *Solanum dubium* Fresen, merkez, kuzey ve batı Sudan'da yetiştirilen yerli bir tür bitkidir (Ahmed *et al.* 2009). Sudanlı süt çiftçilerinin bir kısmı keçi ve koyun sütünden beyaz yumuşak peynir yapmak için *S. dubium* çileklerini kullanmaktadır. Hafif acı tada ve kırılabilir, ufalanan dokuya sahip bir peynir elde edilmektedir. Peynirdeki acılığın muhtemelen, bazı alkaloidlerin varlığı veya çiftçilerin ham tohumları kullanmaları nedeniyle işlem sırasındaki kirlilikten dolayı enzimlerin belirsiz proteolitik aktivitesinin bir sonucu olduğu değerlendirilmiştir. Saflaştırılmış bir enzim kullanılarak ve optimum özüt konsantrasyonuyla acılığı azaltmanın mümkün olabileceği düşünülmüştür (Yousif *et al.* 1996). *S. dubium* tanelerinden kısmen saflaştırılmış enzimlerin süt pıhtılaştırma ve proteolitik aktivitesi diğer koagülantlarla (Rennet, Mucor rennet, *Endothia parstica* enzyme, Papain) karşılaştırıldığında, *S. dubium* enziminin yüksek pıhtılaştırma ve rennetle karşılaştırıldığında ise yüksek proteolitik aktiviteye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ahmed *et al.* 2009).

Tajalsir *et al.* (2014), *Moringa oleifera*'nın farklı kısımlarının (çiçek, tohum, gövde, yaprak, olgun ve olgunlaşmamış meyveler) sütü pıhtılaştırıcı enzim yerine kullanımını araştırdıklarında, sütü pıhtılaştırma aktivitesinin sadece tohum ekstraktında

görüldüğünü, diğer kısımların yetersiz veya çok düşük aktiviteye sahip olduğunu kaydetmişlerdir.

Ayçiçeği tohumlarından (*Helianthus annuus*) sütü pıhtılaştırıcı enzim ekstraksiyonu ve inek ve keçi sütünden beyaz yumuşak peynir üretimindeki potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, kısmen saflaştırılmış ayçiçeği enziminin daha yüksek süt pıhtılaştırma aktivitesi ve daha düşük proteolitik aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır (Nasr *et al.* 2016). Ayrıca, ayçiçeği enzimi kullanılarak inek sütü ile yapılan peynirde, ticari rennet kullanılarak elde edilene kıyasla daha yüksek verim sağlanırken, keçi sütü kullanıldığında aksi görüldüğü bildirilmiştir (Nasr *et al.* 2016).

Manzano *et al.* (2013b) tarafından yapılan bir araştırmada, kivi meyvesi, kavun ve zencefil özünün sütü pıhtılaştırma aktivitesi üzerine sıcaklığın etkisi incelenmiştir. Kavun özleri geniş sıcaklık aralığında (45-75 °C) yüksek pıhtılaştırma aktivitesi gösterirken, kivi meyvesi ve zencefil özünün dar bir sıcaklık aralığında (sırasıyla en fazla 40 ve 63 °C) yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Üç bitki özünün süt pıhtılaştırma davranışı özlerindeki proteaz özgüllüğü ile ilgili bulunmuştur. Kivi proteazı kimozen benzeri özellikler göstermiş olup, peynir üretiminde süt pıhtılaştırıcı olarak en iyi potansiyele sahiptir. Bitki özleri karşılaştırıldığında; kivi özlerinin, ticari kimozen kullanılarak elde edilen peynir ile benzer karakteristiklere sahip olduğu, en yüksek potansiyeli gösterdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, kivi ve zencefil özleri kullanılarak elde edilen taze peynirin tekstürel özelliklerinin kimozen kullanılarak elde edilen peynir ile benzer, kavun özleri kullanılarak üretilen peynir ile farklı olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcılar ve kimozen arasında görülen farklılıkların peynirlerin yapısı ve lezzeti üzerindeki olası etkileri ve bitki lezzetlerinin ilavesi ile yeni peynir çeşitlerinin üretimine imkan sağlayabileceği de belirtilmiştir (Manzano *et al.* 2013b). Manzano *et al.* (2013a), turuncu çiçeği özlerindeki (TÇÖ) proteazların sütü pıhtılaştırma ve proteolitik aktivitelerini değerlendirerek karakterize etmişlerdir. İşlenmemiş TÇÖ deki proteolitik enzimler geniş bir sıcaklık aralığında (35 °C - 70 °C) sütü pıhtılaştırma aktivitesi göstermiştir. Ham özlerin proteaz aktivitesi, ticari rennete benzer şekilde, pıhtılaşma süresi içerisinde sütü yeterli derecede

pıhtılaştırma sağlamıştır. Proteazlar geniş bir pH (2,5-12) aralığında aktivite göstermiştir ve bu durum muhtemelen birkaç proteaz tipinin varlığından kaynaklanmıştır. Ham özüt içindeki mevcut proteazların farklı substratları hidroliz etme kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, turunc çiçeklerinin de peynir yapımında süt pıhtılaştırıcı olarak potansiyel proteaz kaynağı olabileceği belirtilmiştir.

Beka vd (2014), Kamerun ve diğer Sahra altı ülkeleri gibi diyetleri protein içeriğinde zayıf olan tüketiciler için büyük ekonomik çıkar sağlayacağını öngördükleri yeni bir süt pıhtılaştırıcı özüt geliştirmeye çalışmışlardır. *Balanites aegyptiaca* meyve ekstraktlarında aspartik proteazlara ve diğeri serin proteazlara ait olmak üzere en az iki farklı süt pıhtılaştırıcı proteaz bulunduğu belirlenmiştir. *B. aegyptiaca* özündeki aspartik proteaz, sığır kimozeninden daha termostabil bulunmuştur. *B. aegyptiaca* meyve ekstraktının kullanımının, buzağı kesiminin yasak olduğu kültürlerde hayvan rennetine alternatif olabileceği değerlendirilmiştir.

Sütün pıhtılaştırılması için immobilize enzimlerin kullanımı son zamanlarda yeni bir ilgi alanı olmuştur. İmmobilizasyon ile hareketsizleştirilmiş proteazların, enzimin, çok sayıda süt grubunun pıhtılaşması için geri kazanımını ve tekrar kullanılmasını sağlayacağı ve sütü rennet ile pıhtılaştırmanın sürekli bir süreç haline gelececeği bildirilmektedir (Esposito *et al.* 2016).

El-Sohaimy *et al.* (2010) buzağı abomasumundan RNA izolasyonu yapmışlar ve saflaştırdıkları RNA'lerden da RT-PCR yöntemiyle kimozenin cDNA'sını üretmişlerdir. Daha sonra elde ettikleri cDNA'yı kullanarak *E. coli*'de rekombinant kimozen üretmeyi başarmışlardır. Araştırmacılar, ürettikleri kimozen ile yaygın olarak kullanılan emsallerini karşılaştırdıklarında rekombinant kimozenin diğerlerine göre %105 oranında daha fazla pıhtılaştırıcı aktiviteye sahip olduğunu görmüşlerdir.

Şengül vd (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı pıhtılaştırıcılarla yapılan Tulum peynirinin olgunlaşması sırasındaki bileşimi, biyokimyasal ve yapısal

değişiklikleri incelenmiştir. Buzağı renneti ve mikrobiyal rennetler (*Aspergillus niger* proteazı ve *Rhizomucor miehei* proteazı) kullanılarak yapılan ve 90 gün boyunca olgunlaştırılan Tulum peynirinde, buzağı renneti ile üretilen peynirlerin mikrobiyal kaynaklı rennetlerle üretilenlere göre önemli ölçüde sert, daha yapışkan ve daha esnek olduğu, en yüksek lipid oksidasyonunun buzağı renneti kullanılarak yapılan Tulum peynirinde tespit edildiği belirtilmiştir. En yüksek proteoliz düzeyinin ise *A. niger* proteazı ile yapılan peynirde gözlemlendiği ve bu sonuca göre 90 gün sonra tüketilen Tulum peyniri için bu proteazın daha uygun bir pıhtılaştırıcı olduğu ifade edilmiştir.

Majumder *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, sütü pıhtılaştırma aktivitesi yüksek bir hücre dışı metalloproteaz (AcP_s), yenilebilir mantar *Termitomyces clypeatus*'dan saflaştırılmış ve karakterize edilmiştir. Bir enzimin saflığı ürün kalitesini etkileyebileceğinden, *T. clypeatus* MTCC 5091'in süt pıhtılaştırıcı enzimi, elektroforetik homojenizasyona kadar saflaştırılmıştır. Mantar, endüstriyel enzimlerin iyi bir kaynağı olarak büyük önem kazanmıştır. Bilindiği kadarıyla *T. clypeatus* MTCC-5091'den bir metalloproteaz eldesine ilişkin ilk rapordur ve sonuçlar, bu enzimin peynir üretiminde kimozone potansiyel bir ikame maddesi olarak düşünülebileceğini göstermektedir.

Lemes *et al.* (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, *Bacillus sp.* P45'ten süt pıhtılaştırma yeteneğine sahip yeni bir proteaz elde etmek ve Chia (*Salvia hispanica* L.) ve kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) unu ile zenginleştirilmiş krem peynir geliştirilmeye çalışılmıştır. *Bacillus sp.* P45, Amazon havzası menşeli Jaraqui balığının (*Piaractus mesopotamicus*) bağırsaklarından izole edilmiştir. *Bacillus sp.* P45'den elde edilen yeni bir proteaz, yüksek koagülasyon aktivitesi ve süt proteinlerini hidroliz edebilme yeteneği göstermiştir. 30 mg/ml konsantrasyonda, enzimin süt kazeini hidrolizini kataliz etme yeteneğini gösteren süt pıhtılaştırma gücü ticari kimozin için gözlenene benzer bulunmuştur. Geliştirilen peynir yüksek su tutma kapasitesi (%99.0) ve dolayısıyla düşük sinerezis süreci göstermiştir. Saflaştırılmış enzimin, fonksiyonel katkı maddeleri içeren yeni süt ürünlerinin geliştirilmesi gibi yenilikçi biyoteknolojik proseslerin gelişimi için alternatif koagülant olduğunu göstermektedir (Lemes *et al.* 2016).

Tyagi *et al.* (2016) tarafından, rekombinant keçi kimozininin ticari açıdan sığır kimozinine uygun bir alternatif olduğu ifade edilmekte ve ölçeklendirilmiş üretimi için bir sentezleme stratejisi özetlenmektedir.

Luo *et al.* (2016), Yak aktif kimozinin klonlanması ve ekspresyonu üzerine bir çalışma yapmışlar ve rekombinant yak kimozi için konakçı olarak *P. pastoris*'i uygun görmüşlerdir. Yak (*Bos grunniens*), birkaç evcil hayvanın hayatta kalabileceği Tibet platosunda bulunan önemli bir otlatma hayvanıdır. Tibet platosunda yaşayan insanlara hayvan ürünlerinin çoğunu (et, kürk, süt vb.) sağlar (He ve Li 2004). Çalışmada preprokimozin, prokimozin ve kimozin geni klonlanmış ve *P. pastoris* genlerine ekspresyonu sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; tüm heterolog ekspresyonu sağlanan yak preprokimozin, prokimozin ve kimozinin, kimozin aktivitesi sergilemekte olduğu ve süt pıhtılaşmasına neden olduğu, ancak en fazla aktivitenin, heterolog ekspresyonu yapılan prokimozin geninden (14.55 SU/mL) kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle, rekombinant *P. pastoris* suşundan heterolog ekspresyon ile edilen prokimozinin, peynir üretiminde süt pıhtılaştırıcı enzim olarak kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

Moschopoulou *et al.* (2007), Yunanistan'daki iki ayrı bölgede bulunan ve Feta peyniri üretimi yapan fabrikalardan 20 adet geleneksel yöntemle elde edilen sıvı peynir mayası (rennet) örneği alıp A ve B olarak gruplandırarak kimyasal bileşimi, mikrobiyolojik kalitesi ve enzimatik özellikleri açısından analiz etmişlerdir. Araştırmacılar, yaptıkları analizler sonucunda, rennet A'nın pH, kuru madde, protein, yağ ve tuz içerikleri sırasıyla 4.74, %12.6, %1.99, %3.65 ve %6.5; rennet B'nin ilgili değerlerini sırasıyla 4.71, %18.37, %1.5, %3.22 ve %13.46 olarak bulmuşlardır. Mikrobiyolojik kalite açısından log₁₀ cfu ml⁻¹ olarak ifade ettikleri toplam mezofilik mikroflora, koliform ve enterokokların ortalama sayısını rennet A'da 4.86, 2.61 ve 3.11; rennet B'de 4.39, 0.42 ve 2.43 olarak bulmuşlardır. Rennet örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* sp. ve *S. aureus*'a rastlamamışlardır. Enzimatik özellikler açısından rennet A'nın ortalama sütü pıhtılaştırma aktivitesini 14,28 International Milk Clotting Units (IMCU)/ml, kimozin aktivitesi toplam aktivitenin %61,91'i ve lipolitik aktivitesini 1,15 Lipase Units (LU);

rennet B'nin ilgili değerlerini ise sırasıyla 8.91 IMCU/ml, %63.11 ve 0.86 LU bulmuşlardır. Bu veriler doğrultusunda, menşei bۆlgesi ne olursa olsun zanaat tipi sıvı peynir mayası ۆrneklerinin toplam kalitesinin, Feta peyniri ۆretimi için kabul edilebilir dۆzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ۆlkemizde çeşitli zamanlarda peynir mayaları ۆzerinde araştırmalar yapılmıştır. ۆrneęin; Uraz (1976), incelediği 19 adet peynir mayası ۆrneęinin total aerobik mezofil bakteri, maya ve kۆf ve anaerob spor oluşturan bakteri ile bulaşık olduğunu, koliform bakteriye rastlanmadığını belirtmiştir.

Koçak (1979) tarafından, ۆlke genelinde kullanılan sıvı şirden mayalarının farklı depolama şartlarındaki ۆzellikleri araştırılmıştır. Oda sıcaklığı ve plastik ambalajın saklamaya uygun olmadığı ve bazı peynir mayalarının maya ve kۆf, koliform bakteri ve anaerob spor oluşturan bakteri içerdiği tespit edilmiştir.

akmakı ve Boroğlu (2004) tarafından yapılan bir araştırmada, Tۆrkiye'nin değişik bۆlgelerinde bulunan sۆt işletmelerinde kullanılan peynir mayalarının mikrobiyolojik, duyuşal, fiziksel, kimyasal ۆzellikleri ve enzim kompozisyonu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Tۆrkiye piyasalarında bulunan peynir mayalarının çok değişik ۆzelliklere sahip olduğu ve Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) oğu ۆzellikler bakımından uymadığı, ۆzellikle maya kuvvetlerinin etikette yazılandan genellikle dۆřük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların peynir ۆretimi sırasında ve sonrasında dikkate alınması gerektiği de vurgulanmıştır.

Gۆrses ve akmakı (2009) ise, Erzincan ve Erzurum İllerinin Yaylalarında Erzincan Tulum (şavak) Peyniri ۆreten gۆebelerin, kuru tuzlanmış şirdenden yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayasının bazı kalite ۆzelliklerini belirlemişlerdir. Peynir mayası ۆrneklerinin duyuşal analizleri sonucunda; genellikle bulanık gۆrۆnۆřte, sarı veya karamel benzeri renkte, kۆۆklۆ bۆyۆklۆ parçacıklar içeren, asidik tatla, peynir suyu veya alkol kokusunu andıran kokuda oldukları tespit edilmiştir. ۆrneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ile maya ve kۆf sayıları sırasıyla $1,9 \times 10^6$ - $9,0 \times 10^6$

ve $1,0 \times 10^5$ - $3,6 \times 10^6$ kob/ml arasında değişmiştir. Örneklerin sadece 1 adedinde koliform bakteri bulunurken ($1,2 \times 10^3$ kob/ml), hiçbirinde anaerob spor bulunmamıştır (<1 kob/ml). Peynir mayası örneklerinin titre edilebilir asitlik (laktik asit), tuz, pH ve süt pıhtılaştırma aktiviteleri sırasıyla %0,9–1,67; %4,21–6,13; 3,06–4,27 ve 1/160–1/1230 arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda, örnekler arasında duysal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından büyük farklılıklar olduğu ve TS-3844 Peynir Mayası Standardı kriterlerine çoğu özellikler bakımından uymadığı belirlenmiştir.

Son yıllarda, sütü pıhtılaştırıcı enzim üretim yeteneği sergileyen 100'ü aşkın mantar bildirilmiştir (Jacob *et al.* 2011) ve bu süt pıhtılaştırıcı enzimlerin çoğu, *Termitomyces clypeatus* MTCC 5091'den bir metaloproteinaz haricinde, aspartik proteinazlardır (Majumder *et al.* 2015).

Hang *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada, BD3526 tarafından sütü pıhtılaştırıcı enzim saflaştırılmış ve karakterize edilmiştir. Enzim ve κ -kazein bölünme bölgesi tarafından üretilen α_s , β ve κ - kazein hidrolitik profilleri de araştırılmıştır. *Paenibacillus* spp. BD3526, Tibet'teki Dangxiong (Tibet şehri)'da çiğ yak sütünden izole edilmiştir ve *Paenibacillus bovis* sp. nov. olarak isimlendirilmiştir. *Paenibacillus* spp. BD3526'dan elde edilen sütü pıhtılaştırıcı enzim, yeni bir 35 kDa metaloproteinaz olarak karakterize edilmiş ve moleküler kütle ve tip açısından önce rapor edilen bakteriyel süt pıhtılaştırıcı enzimlerden önemli ölçüde farklı bulunmuştur. İncelenen özgün hidroliz sırası κ -kazein, β -kazein ve α_s -kazein; süt pıhtılaştırma oluşturma mekanizması, κ -kazein'de Met106-Ala107 peptid bağının birincil hidrolizi olduğu ve bildirilen sütü pıhtılaştırıcı enzimlerden önemli ölçüde farklı olduğu görülmüştür. Bu yeni enzimi ve peynir yapımındaki potansiyel uygulamasını tam olarak keşfetmek için yoğun araştırmaların gerekli olduğu değerlendirilmiştir.

Görüldüğü üzere, literatür incelendiğinde, tüm dünyada olduğu gibi, son zamanlarda ülkemizdeki araştırmacılar ve üreticiler tarafından da peynir ve süt pıhtılaştırıcı enzimler üzerine yoğun araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Peynir üretimi için sütü

pıhtılaştırmada kullanılan peynir mayaları, içerikte belirtildiği gibi çok farklı kaynaklardan elde edilmektedir. Peynir kalitesine büyük etki yapan peynir mayaları ile ilgili olarak bu araştırmada ise; ülkemizin peynir üretim potansiyelinde önemli bir yeri olan Erzurum ve çevresinde peynir üretimi yapan süt işletmelerinde kullanılan peynir mayalarının mevcut mikrobiyolojik, duysal, bileşim ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi; ilişkili olarak peynir kalite problemleriyle interaksiyonlarının açıklanması amaçlanmıştır. Ayrıca, kullanılan peynir mayalarının Peynir Mayası Standardıyla karşılaştırılmasının yapılarak piyasadaki peynir mayalarının son durumunun, bir çeşit güncellenmesinin, sağlanması amaçlanmıştır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan 20 adet sıvı peynir mayası örneği (rennet) Erzurum ve çevresinde faaliyet gösteren, peynir üreten süt işletmelerinden usulüne uygun olarak temin edilmiştir. Örnekler 100 ml'lik steril ışık geçirmeyen cam şişelere alınmış ve en kısa sürede laboratuvara getirilip +4°C'de buzdoabında muhafaza edilmiştir. Öncelikle mikrobiyolojik analizler tamamlanmış, bunu duyuşsal ve diğer analizler takip etmiştir.

3.2. Yöntem

Peynir mayası örneklerinde bazı mikrobiyolojik ve teknolojik analizler ile duyuşsal değerlendirme yapılmış, maya kuvveti belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz olarak Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı (Harrigan 1998: TS EN ISO 4833), koliform grubu bakteri sayısı (Harrigan 1998;TS ISO 4832), maya ve küf sayıları (Speck 1984; Harrigan 1998), *Lactobacillus* (Speck 1984) ve *Lactococcus* (Rybka and Kailasapathy 1996; Vinderola and Reinheimer 1999) sayıları, *Staphylococcus aureus* sayısı (Pichhardt 2004). Anaerob spor oluşturan bakteri sayısı (Baumgart *et al.* 1986) belirlenmiş ve *Salmonella* spp. (Anonymous 2007) aranmıştır. Titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) ve tuz miktarı Kurt vd (2007)'nin verdiği yöntemlere göre belirlenmiştir. pH, birleşik elektrotlu dijital pH metre (SevenCompact™ pH/Ion S220 marka) ile tespit edilmiştir (Savello *et al.* 1989). Maya kuvveti TSE (1996)'ye göre belirlenmiştir.

3.2.1. Peynir mayası örneklerinde mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için steril kavanozlara 99 ml dilüsyon sıvısı (%0,85 NaCl) konularak otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. 11 ml maya 99 ml dilüsyon sıvısına ilave edilerek 10⁻¹'lik dilüsyonlar hazırlanmış, diğer dilüsyonların

hazırlanmasında ise steril pipetler kullanılarak ilk dilüsyonlardan 1'er ml alınarak içerisinde 9'ar ml steril dilüsyon sıvısı bulunan tüplere aktararak işleme 10^{-5} 'lik dilüsyona ulaşıncaya kadar devam edilmiştir (Özdemir ve Sert 1996). Daha sonra uygun dilüsyonlardan, aşağıda belirtilen mikroorganizmaların sayılarının belirlenmesi için, metotlarda verilen normlara uygun olarak petri kutularına ekim gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçları dilüsyon faktörü göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

3.2.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı için Plate Count agar (PCA) (Merck) kullanılmıştır. PCA, 121°C sıcaklıktaki otoklavda 15 dak sterilize edildikten sonra petrilere dökülmüştür. Petrillerdeki besiyerleri soğuyup katılaştıktan sonra uygun dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak (ticari mayalar direkt, 10^{-1} ve 10^{-2} ; şirden mayalarından 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) üç paralel olacak şekilde steril drigalski spatülü ile yayma kültür yöntemi uygulanmıştır. Petriler $30-32^{\circ}\text{C}$ 'deki etüvde 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları; ilgili seyreltme faktörü ile çarpılarak TAMB sayısı (log kob/ml) tespit edilmiştir (Harrigan 1998, TS EN ISO 4833).

3.2.1.b. Koliform grubu bakteri sayımı

Hazırlanan Violet Red Bile agar (VRBA) (Merck) kaynatılıp $44-47^{\circ}\text{C}$ 'a soğutulduktan sonra, çift katlı dökme yöntemiyle ekim yapmak üzere uygun dilüsyonlardan (ticari mayalar direkt ve 10^{-1} ; şirden mayalarından direkt, 10^{-1} ve 10^{-2} olacak şekilde) 1'er ml petrilere dökülmüştür. $44-47^{\circ}\text{C}$ 'de tutulan besiyerinden petri kutularına 13-15 ml dökülmüş, homojen olarak karışması sağlanmış ve katılaşması beklenmiştir. Üzerine tekrar 10 ml kadar agar dökülen petriler, katılaştıktan sonra ters çevrilerek $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası oluşan çapı 0,5 mm'den daha büyük olan morumsu kırmızı koloniler sayılmıştır (Harrigan 1998; TS ISO 4832). Sayım sonuçları log kob/ml olarak verilmiştir.

3.2.1.c. Maya ve küf sayımı

Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck) sterilize edildikten sonra 45°C'a soğutulup %10'luk steril tartarik asit çözeltisi kullanılarak pH'sı ayarlanmış (pH 3,5±0,1) ve petrilere dökülmüştür. Besiyeri katılaştıktan sonra uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml ekim yapılarak yayma yöntemi uygulanmıştır, 20-25°C'de 5-7 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda besiyerinde gelişen koloniler toplam maya-küf olarak sayılmıştır. Sayım sonuçları; ilgili dilüsyon faktörü gözönünde bulundurularak maya ve küf sayısı (log kob/ml) tespit edilmiştir (Speck 1984; Harrigan 1998).

3.2.1.d. *Lactobacillus* türlerinin sayımı

Laktobasillerin sayımı amacıyla Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar) (Merck) kullanılmıştır. MRS Agar sterilize edildikten sonra petrilere dökülmüştür. Besiyerleri katılaştıktan sonra uygun dilüsyonlardan (ticari mayalar direkt ve 10⁻¹; şirden mayalarından 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵) yayma yöntemiyle 0,1'er ml ilave edilmiş ve steril drigalski spatülü ile yayılmıştır. Petri kutuları anaerocult A (Merck) ile birlikte Anaerobik jarlara (Merck) konularak oluşturulan anaerobik şartlarda 37±1°C'de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrası oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları ilgili dilüsyon faktörü hesaplanarak (log kob/g) tespit edilmiştir (Speck 1984).

3.2.1.e. *Lactococcus* türlerinin sayımı

Laktokokların sayımı için M-17 Agar (Merck) kullanılmıştır. M-17 Agar sterilize edildikten sonra petrilere dökülmüştür. Petrilerdeki besiyerleri katılaştıktan sonra yayma kültür yöntemi uygulanarak, uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml çift petri kutusuna ilave edilmiş ve steril drigalski spatülü ile yayılmıştır. Petri kutuları 32±1°C'de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrası oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak (log kob/g) tespit edilmiştir (Rybka and Kailasapathy 1996; Vinderola and Reinheimer 1999).

3.2.1.f. *Staphylococcus aureus* sayımı

Baird Parker Agar (BPA) (Merck) 121°C sıcaklıktaki otoklavda 15 dak sterilize edildikten sonra 45-50 °C sıcaklıkta içerisinde, önceden oda sıcaklığına getirilmiş yumurta sarısı emülsiyonu (Egg Yolk Tellürite) ilave edilmiş (950 ml BPA:50 ml; 31,575 ml Egg Yolk Tellürite) ve petrilere dökülmüştür. Besiyeri katılaştıktan sonra seyreltilerden (direkt ve 10^{-1}) iki paralel olacak şekilde yayma yöntemiyle 0,1'er ml ekim yapılmıştır. 35-37°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Koloni gelişimi gözlenmediği takdirde inkübasyona 24 saat daha devam edilmiştir. İnkübasyon sonunda etrafı saydam zonlu 1-1,5 mm çaplı siyah veya gri, parlak koloniler *S. aureus* olarak sayılmıştır (Pichhardt 2004).

3.2.1.g. Anaerob spor oluşturan bakteri sayımı

Anaerob spor oluşturan bakteri sayımı için SPS (Sulfite Polymyxin Sulfadiazine) Agar kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlar hazırlanarak (direkt ve 10^{-1}) 80 °C'lik su banyosunda 10 dak pastörize edilmiştir. Pastörizasyon sonunda soğutulan dilüsyonlardan 1'er ml petrilere aktarılmış ve üzerine SPS Agar dökülerek dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler Anaerocult A (Merck) ile birlikte Anaerobik jarlara (Merck) konularak oluşturulan anaerobik şartlarda 30°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır (Baumgart *et al.* 1986).

3.2.1.h. *Salmonella* aranması

Salmonella spp'nin geleneksel kültür yöntemiyle izolasyonunda ISO 6579 (The International Organization for Standardisation) ve FDA (Food and Drug Administration) tarafından belirlenen yöntem uygulanmıştır (Anonymous 2007). 25 ml rennet örneğinde, selektif olmayan besiyerinde (steril tamponlanmış peptonlu su) ön zenginleştirme, Rappaport Vassiliadis Buyyon (RVB) ve Selenite Cystine Broth Base ile selektif zenginleştirme ve Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar ile XLT4 Agar selektif besiyerlerine çizme yöntemiyle ekim yapılarak tipik *Salmonella* kolonileri

aranmıştır. 25 ml rennet örneği, içerisinde 225 ml steril tamponlanmış peptonlu su bulunan tüplere doğrudan eklenmiş ve 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda bu ön zenginleştirme kültüründen 0,1 ml alınıp uygun yöntemle hazırlanmış 10 ml RVB bulunan tüplere, 1 ml alınıp uygun yöntemle hazırlanmış 9 ml Selenite Cystine Broth Base bulunan tüplere eklenmiştir. Sırasıyla 43 ve 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyondan sonra selektif zenginleştirme buyyonlarından bir öze dolusu alınarak XLD ve XLT4 besiyerlerine çizme yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 37°C’de 24-48 saatlik inkübasyonun sonunda incelenmiştir.

3.2.2. Peynir mayası örneklerinde teknolojik analizler

Titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) ve tuz miktarı Kurt vd (2007)’nin verdiği yöntemlere göre belirlenmiştir. pH (Savello *et al.* 1989), birleşik elektrotlu dijital pH metre (SevenCompact™ pH/Ion S220 marka) ile tespit edilmiştir. Maya kuvveti TSE (1996)’ye göre belirlenmiştir.

3.2.2.a. Peynir mayası kuvvetinin tespiti

Peynir mayalarının kuvveti, TS 3844/Nisan 1996 Peynir Mayası Standardı’nda belirtilen metoda göre belirlenmiştir. Bu standarda göre maya kuvveti, bir birim (1 ml ya da 1 g) peynir mayasının sabit şartlarda pıhtılaştırdığı rekonstitüe sütün hacmine (ml) oranı şeklinde tanımlanmıştır. Buna göre, bir erlene taze çiğ inek sütünden 100 ml alınmış, 35±0,2°C’ye kadar ısıtılmış ve aynı sıcaklıktaki su banyosunda sıcaklık sabit tutulmuştur. 0,5 ml peynir mayası örneği, 35±0,2°C’deki süte hızlı bir şekilde ilave edilmiş ve aynı anda kronometre çalıştırılmıştır. Spatülün süte batırılıp çıkarılmasıyla pıhtılaşma kontrol edilmiştir. İlk pıhtıların görüldüğü an kronometre durdurularak geçen süre saniye olarak tespit edilmiştir. Bu işlem en az üç defa tekrarlanarak bunların ortalama değeri bulunmuştur.

Maya kuvveti (MK) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$MK = (2400 \times S) / (Z \times M) \text{ Burada;}$$

S= Süt miktarı (100 ml)

Z= Pıhtılaşma süresi (sn)

M= Maya miktarı (0,5 ml)

3.2.2.b. pH değeri

Peynir mayası örneklerinin pH değerleri birleşik elektrotlu dijital pH-metre (SevenCompact™ pH/Ion S220 marka) ile tespit edilmiştir. Maya örneklerinde direkt olarak bileşik elektrotlu dijital pH-metre kullanılarak ölçümler yapılmıştır (Savello *et al.* 1989).

3.2.2.c. % Asitlik tayini

9 ml peynir mayası örneği alınmış ve 3 damla %1'lik fenol fitaleyn indikatörü ilave edilerek 0,1 N NaOH ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan 0,1 N NaOH miktarından, peynir mayasının titrasyon asitliği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

$$\% \text{ asitlik} = (H \times 0,009 \times 100) / P$$

H: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi (ml)

P: Titrasyonda kullanılan peynir mayası miktarı (ml)

3.2.2.d. Tuz tayini

5 ml peynir mayası örneği 50 ml'lik erlene alınmış ve 50 ml saf su ile seyreltilmiştir. İçerisine 10 damla %10'luk potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü katılmış ve 0,1 N $AgNO_3$ (gümüş nitrat) ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir.

Harcanan AgNO_3 çözeltisi miktarından, peynir mayasının tuz miktarı NaCl cinsinden, kütlece yüzde olarak, aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

$$\% \text{ Tuz} = (G \times 0,585) / P$$

G: Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO_3 çözeltisi (ml)

P: Titrasyonda kullanılan peynir mayası miktarı (ml)

3.2.3. Duyusal analizler

Peynir mayası örneklerinin duyusal özellikleri (renk, görünüş, koku) TS 3844/Nisan 1996 Peynir Mayası Standardı'na göre yapılmıştır. Ayrıca tarafımızca da başka bir değerlendirme yapılmış olup içerikte verilmiştir.

3.2.4. İstatistikî analizler

Peynir mayası örneklerinde yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere ait standart sapmalar, SPSS 20.0 programı kullanılarak bulunmuş ve değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Peynir Mayası Örneklerinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Rennet ile sütün pıhtılaşması, peynir yapımında önemli bir safha olup, üretilen peynirin özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Peynirin lezzeti ve tekstürü, olgunlaşma sırasında ortaya çıkan kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olayların bir sonucudur (Çakmakçı 1996; Addis *et al.* 2008). Peynir mayası örneklerinde yapılan bazı mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Peynir mayası örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları

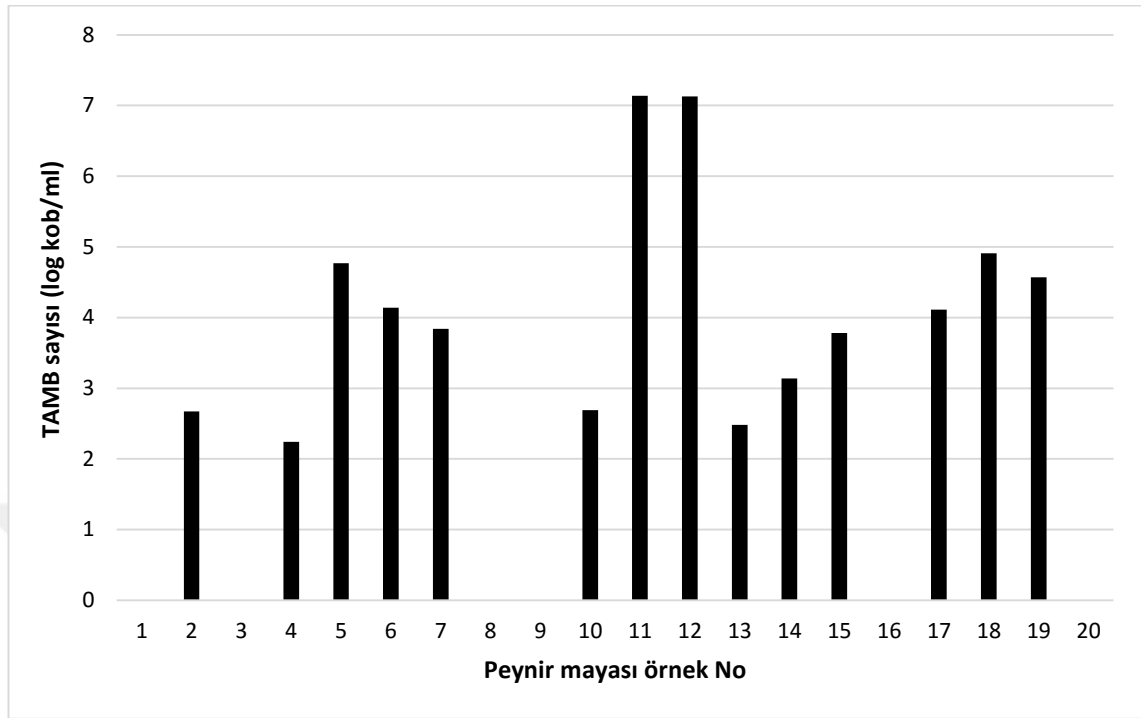
Örnek No	TAMB sayısı (log kob/ml)	Koliform grubu bakterisi sayısı (log kob/ml)	Maya ve küf sayısı (log kob/ml)	<i>Lactobacillus</i> sayısı (log kob/ml)	<i>Lactococcus</i> sayısı(log kob/ml)	<i>S. aureus</i> sayısı (log kob/ml)	Anaerob spor oluşturan bakterisi sayısı (log kob/ml)	<i>Salmonella</i> (var/yok/25 ml)
1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	yok
2	2,67±0,52*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	yok
3	<1	<1	<1	<1	2,01±0,01	<1	<1	yok
4	2,24±0,34	<1	2,15±0,21	<1	1,78±0,11	<1	<1	yok
5	4,77±0,01	<1	1,24±0,34	3,77±0,01	4,08±0,18	<1	<1	yok
6	4,14±0,08	<1	<1	2,35±0,06	3,76±0,08	<1	<1	yok
7	3,84±0,08	<1	<1	<1	3,74±0,06	<1	<1	yok
8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	yok
9	<1	<1	<1	<1	2,30±0,42	<1	<1	yok
10	2,69±0,30	<1	<1	2,17±0,08	3,13±0,40	<1	<1	yok
11	7,14±0,13	<1	5,36±0,06	7,12±0,05	7,31±0,04	<1	<1	yok
12	7,13±0,03	2,72±0,17	5,45±0,09	6,98±0,04	6,95±0,03	<1	<1	yok
13	2,48±0,01	<1	1,82±0,05	1,72±0,33	2,45±0,21	<1	<1	yok
14	3,14±0,08	<1	<1	2,31±0,01	2,87±0,24	<1	<1	yok
15	3,78±0,01	<1	<1	<1	3,05±0,08	<1	<1	yok
16	<1	<1	<1	<1	1,24±0,34	<1	<1	yok
17	4,11±0,10	<1	3,17±0,02	2,98±0,04	4,15±0,06	<1	<1	yok
18	4,91±0,03	<1	1,48±0,01	4,53±0,01	4,96±0,01	<1	<1	yok
19	4,57±0,01	<1	2,18±0,25	3,89±0,01	4,42±0,03	<1	<1	yok
20	<1	<1	<1	<1	1,58±0,39	<1	<1	yok
En Düşük	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	yok
En Yüksek	7,14±0,13	2,72±0,17	5,45±0,09	7,12±0,05	7,31±0,04	<1	<1	yok

*Ortalama ± Standart sapma

4.1.1. TAMB sayısı

Çizelge 4.1’de de görüldüğü gibi, 6 örnekte (1, 3, 8, 9, 16 ve 20 numaralı örnekler) TAMB sayısı tespit edilebilir sınırın altında bulunmuştur ($<1 \log \text{ kob/ml}$). Diğer 14 örnekteki TAMB sayısı $2,24 \pm 0,34 \log \text{ kob/ml}$ (4 numaralı örnek) ile $7,14 \pm 0,13 \log \text{ kob/ml}$ (11 numaralı örnek) arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.1). TS 3844 Peynir Mayası Standardı’na göre peynir mayasında en fazla 10^3 kob/ml TAMB bulunmasına izin verilmektedir. Bu durumda 20 peynir mayası örneğinden 10 adedinin TAMB sayısının $>10^3 \text{ kob/ml}$ olduğu ve TS 3844 Peynir Mayası Standardı’na uygunluk göstermediği tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile örneklerin %50’sinin standarda uymadığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Çakmakçı ve Boroğlu (2004), 25 adet peynir mayası örneğinin 5 adedinde $>10^3 \text{ kob/ml}$ düzeyinde TAMB tespit etmiştir. Tekinşen vd (2006), inceledikleri 20 adet sıvı şirden mayasına ait TAMB sayısının 10^3 kob/ml ’den fazla olmadığını tespit etmiştir. Gürses ve Çakmakçı (2009), Erzincan Tulum (Şavak) peyniri üreten Şavakların yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayası örneklerinin TAMB sayısının $1,9 \times 10^6$ - $9,0 \times 10^6$ arasında değiştiğini ve bu değerlerin TS 3844 Peynir Mayası Standardı’na uygunluk göstermediğini tespit etmişlerdir.

TAMB sayısının 11 ve 12 numaralı numunelerde oldukça yüksek düzeyde bulunması, mayanın hijyenik koşullarda üretilmediğinin ya da uygunsuz koşullarda saklandığının göstergesi olabilir. 11 ve 12 numaralı peynir mayası örneklerinin Erzincan Tulum (Şavak) Peyniri üreten göçebelerin yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayası olmaları da bu görüşü destekler niteliktedir. TS 3844 Peynir Mayası Standardı’na uygunluk göstermeyen diğer ticari peynir mayası örnekleri için de, uygunsuz kullanım ve depolama koşullarının kontaminasyona neden olduğu söylenebilir.

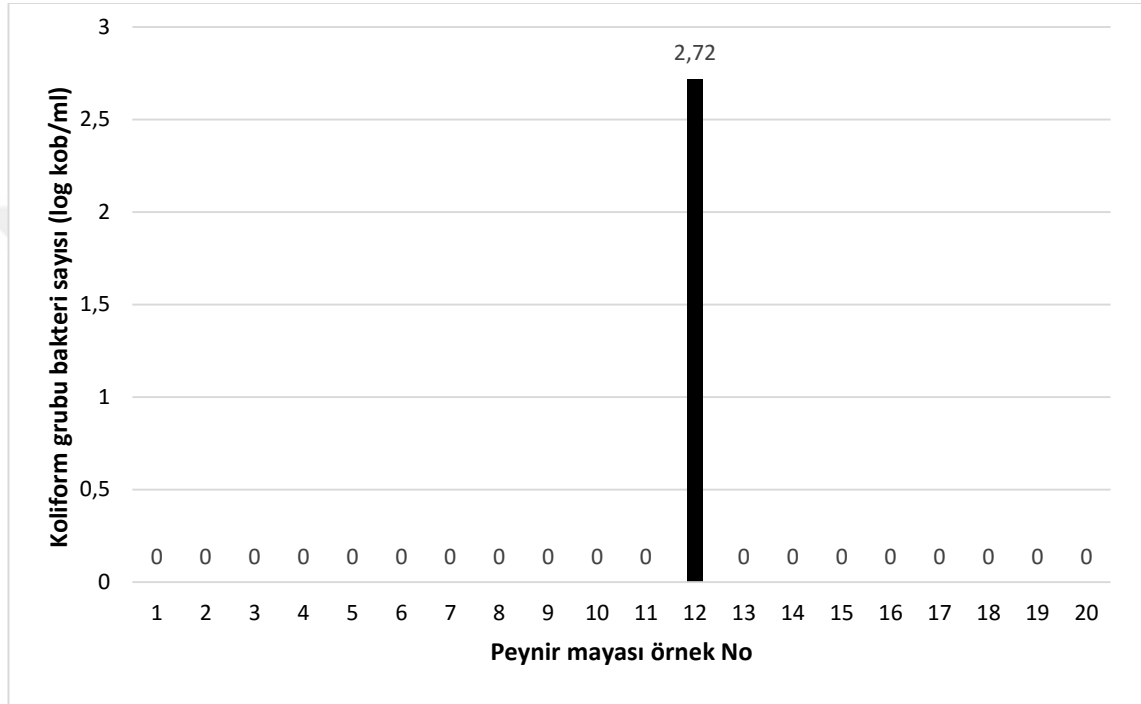


Şekil 4.1. Peynir mayası örneklerinin TAMB sayılarının değişimi

4.1.2. Koliform grubu bakteri sayısı

TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre, peynir mayasında bulunmasına izin verilmeyen mikroorganizmalardan biri olan koliform grubu bakteriye sadece 12 numaralı örnekte rastlanmıştır ($2,72 \pm 0,17$ log kob/ml) (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.2). Gürses ve Çakmakçı (2009), Erzincan Tulum (Şavak) peyniri üreten Şavakların yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayası örneklerinin sadece 1 adedinde koliform grubu bakteri ($1,2 \times 10^3$ kob/ml) tespit etmişlerdir. Tekinşen vd (2006), inceledikleri 20 adet sıvı şirden mayası örneğinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlamamıştır. Çakmakçı ve Boroğlu (2004) tarafından yapılan çalışmada, 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Ev tipi peynir mayalarının mikrobiyolojik kalitesinin, öncelikle hammaddenin kalitesine, ayrıca hazırlama prosedürü ve saklama koşullarına bağlı olduğu bildirilmektedir (Moschopoulou 2011). Koliform grubu bakteriler asitliğe duyarlıdır ve düşük pH değerlerine sahip rennetlerde kolay kolay bulunmazlar (Moschopoulou *et al.* 2007). Ancak, 12 numaralı örneğin diğer maya örneklerinden daha düşük pH değerine sahip olmasına rağmen koliform grubu

bakteri barındırıyor olması, ev tipi sıvı peynir mayası örneğinin hijyenik koşullarda üretilmediğini veya muhafaza edilmediğini göstermektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında örneklerin %95'inin Peynir Mayası Standardına uyum sağladığı söylenebilir (Şekil 4.2).

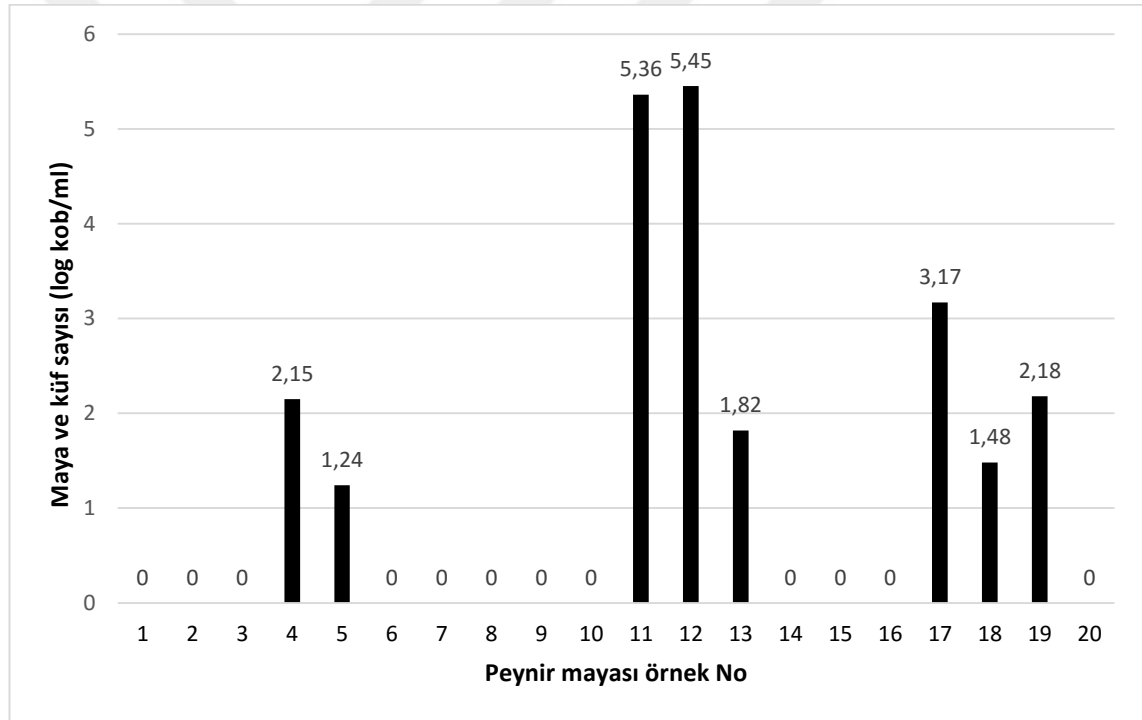


Şekil 4.2. Peynir mayası örneklerinin koliform bakteri sayılarının değişimi

4.1.3. Maya ve küf sayısı

Peynir mayası örneklerinin maya ve küf sayıları (log kob/ml) incelendiğinde, 12 örnekte maya ve küf sayısı tespit edilebilir sınırın altında (<1 log kob/ml) bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3). 8 örnekte ise $1,24 \pm 0,34$ log kob/ml (5 numaralı örnek) ile $5,45 \pm 0,09$ log kob/ml (12 numaralı örnek) arasında değişen sayılarda maya ve küf bulunduğu görülmektedir. TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre peynir mayasında en fazla 10^2 kob/ml maya ve küf bulunmasına izin verilmektedir. 4, 11, 12, 17 ve 19. numaralı maya örneklerinin TS 3844' e uymadığı, özellikle 11 ($5,36 \pm 0,06$ log kob/ml) ve 12 ($5,45 \pm 0,09$ log kob/ml) numaralı maya numunelerinin peynir mayası standardında belirtilen sınırların oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifadeyle

örneklerin %25'inin Peynir Mayası Standardı'na uymadığı tespit edilmiştir. Gürses ve Çakmakçı (2009)'nın geleneksel şirden mayalarında tespit ettikleri sonuçlar ile karşılaştırıldığında, araştırmacıların tespit ettikleri değerlerin de ($1,0 \times 10^5$ - $3,6 \times 10^6$ kob/ml arasında değişen sayılarda maya ve küf) TS 3844'e uygunluk göstermediği bildirilmiştir. Tekinşen vd (2006), inceledikleri 20 adet sıvı şirden mayası örneğindeki maya ve küf sayısının <1 - 9,10 kob/ml arasında değiştiğini, bu değerlerin de TS 3844'e uygunluk gösterdiğini bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004) tarafından yapılan çalışmada, 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin sadece 3 adedinde 10 kob/ml maya ve küf tespit edilmiştir.

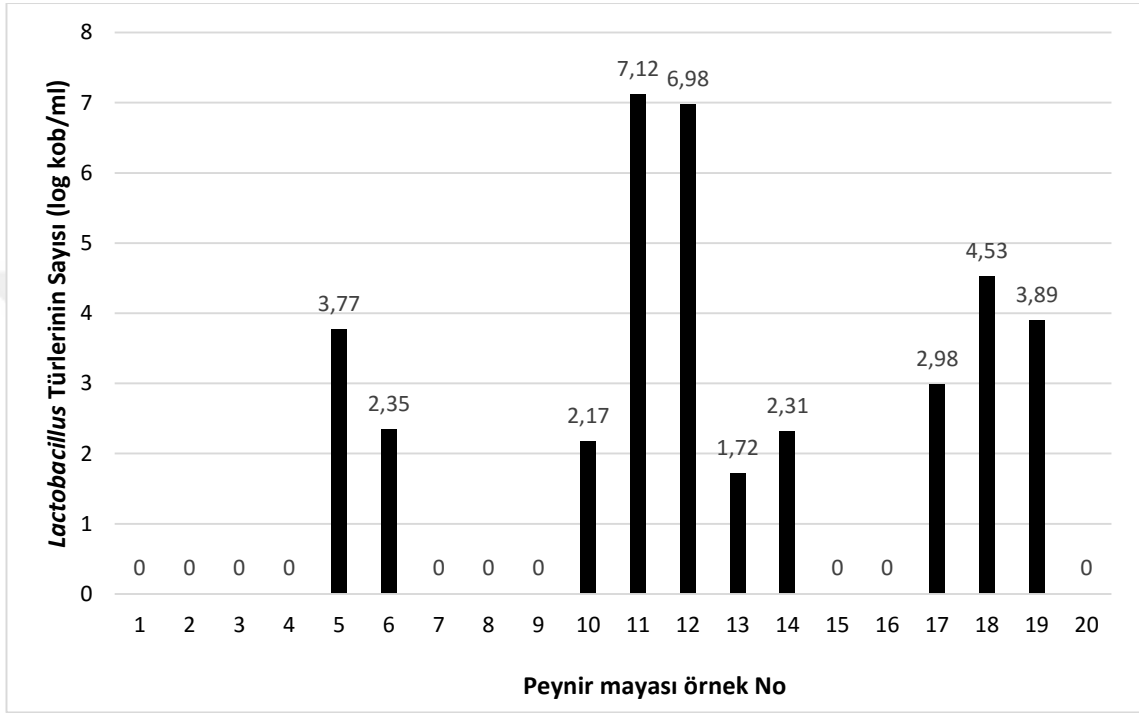


Şekil 4.3. Peynir mayası örneklerinin maya ve küf sayılarının değişimi

4.1.4. *Lactobacillus* türlerinin sayısı

Peynir mayası örneklerinde bulunan *Lactobacillus* türlerinin sayısı Çizelge 4.1 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir. 20 adet peynir mayası örneğinden 10 adedinde *Lactobacillus* türlerine rastlanmamıştır (<1 log kob/ml). 10 adet peynir mayası örneğinde tespit edilen

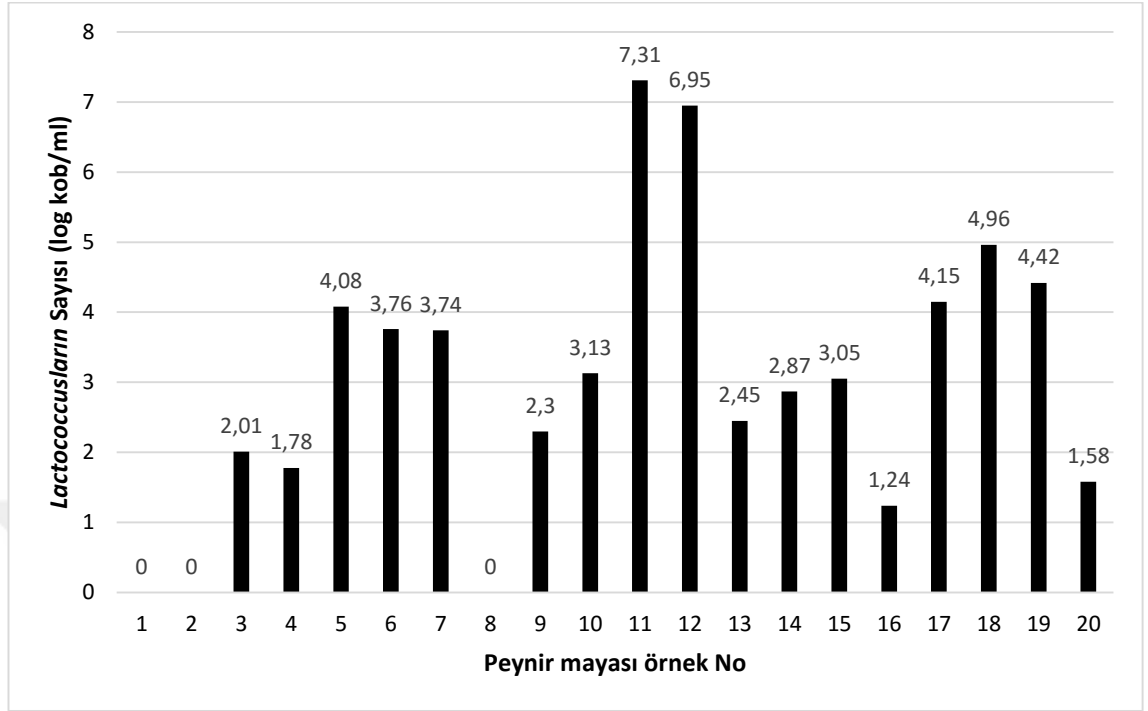
Lactobacillus türlerinin sayısı ise $1,72 \pm 0,33$ log kob/ml (13 numaralı örnek) ile $7,12 \pm 0,05$ log kob/ml (11 numaralı örnek) arasında değişiklik göstermiştir. Bu konuda Peynir Mayası Standardı'nda bir hüküm bulunmamaktadır.



Şekil 4.4. Peynir mayası örneklerinin *Lactobacillus* sayılarının değişimi

4.1.5. *Lactococcus*'ların sayısı

Peynir mayası örneklerinde bulunan laktokokların sayısı Çizelge 4.1'de toplu halde verilmiştir. 1, 2 ve 8 numaralı örneklerde laktokoklara rastlanmazken (<1 log kob/ml), diğer 17 peynir mayası numunesinde tespit edilen laktokok sayıları $1,24 \pm 0,34$ log kob/ml (16 numaralı örnek) ile $7,31 \pm 0,04$ log kob/ml (11 numaralı örnek) arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Peynir mayası örneklerinin *Lactococcus* sayılarının değişimi

4.1.6. *Staphylococcus aureus* sayısı

İncelenen peynir mayası örneklerinin hiçbirinde *S. aureus*'a rastlanmamıştır (<1 log kob/ml). Böylece, tüm örnekler TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na uygun bulunmuştur. Benzer şekilde Tekinşen vd (2006) yaptıkları çalışmada, 20 adet peynir mayası numunesinin hiçbirinde *S. aureus*'a rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

4.1.7. Anaerob spor oluşturan bakteri sayısı

Anaerobik sporlar sert peynirlerin olgunlaşması için zararlıdır (Moschopoulou *et al.* 2007). Peynir mayası örneklerinin hiçbirinde anaerob spor oluşturan bakteriye rastlanmamıştır (<1 log kob/ml). Bu sonuç TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na uygunluk gösterdiği gibi, Gürses ve Çakmakçı (2009) ve Tekinşen vd (2006)' in araştırma sonuçları ile de paralellik göstermiştir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004), Türkiye genelinde faaliyet gösteren büyük kapasiteli süt işletmelerinden (peynir üreten) alınan

25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin 4 adedinde anaerob spor oluşturan bakteriye rastladıklarını bildirmişlerdir.

4.1.8. *Salmonella* aranması

Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) uygun şekilde, incelenen peynir mayası örneklerinin hiçbirinde *Salmonella*'ya rastlanmamıştır (yok/25 ml). Moschopoulou *et al* (2007), geleneksel Feta peyniri üretiminde kullanılan ev yapımı kuzu ve oğlak rennetlerinin özelliklerini araştırdığı çalışmada, örneklerin hiçbirinde *Salmonella* sp. tespit etmediklerini bildirmişlerdir. Genel olarak, düşük pH ve yüksek tuz içeriğine sahip geleneksel rennetlerde *Salmonella* ve *Staphylococcus* gibi patojenlerin gelişmesinin engellendiği kanıtlanmıştır (Moschopoulou *et al.* 2007).

4.2. Peynir Mayası Örneklerine Ait Teknolojik Analiz Sonuçları

Peynir mayası örneklerine ait bazı teknolojik analizlerin sonuçları Çizelge 4.2'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2. Peynir mayası örneklerine ait bazı teknolojik analiz sonuçları

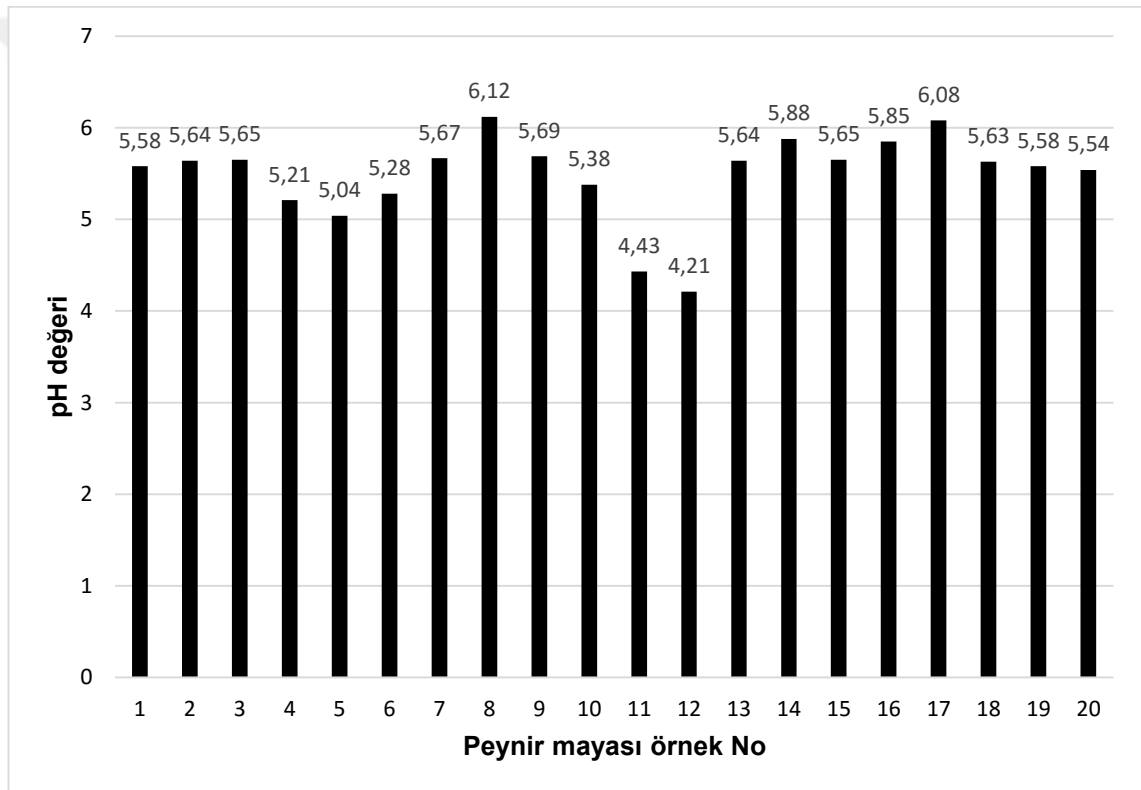
Örnek No	pH	Asitlik (%)	Tuz (%)	Maya Kuvveti	
				Etikette belirtilen	Laboratuvarda tarafımızca belirlenen
1	5,58±0,02*	0,28±0,01	15,20±0,02	1/18000	1/6163
2	5,64±0,01	0,24±0,01	9,33±0,04	1/8000	1/5379
3	5,65±0,01	0,27±0,00	14,07±0,04	1/18000	1/5218
4	5,21±0,02	0,19±0,00	15,18±0,04	1/20000	1/9523
5	5,04±0,02	0,16±0,01	8,15±0,06	1/20000	1/10561
6	5,28±0,01	0,09±0,01	11,71±0,01	1/20000	1/8973
7	5,67±0,01	0,13±0,00	15,21±0,01	1/18000	1/3969
8	6,12±0,02	0,11±0,01	22,24±0,01	1/16000	1/7017
9	5,69±0,01	0,26±0,00	7,05±0,04	1/18000	1/5934
10	5,38±0,00	0,09±0,01	14,09±0,07	1/20000	1/8992
11	4,43±0,01	0,62±0,01	14,05±0,01	Geleneksel Ş.M.	1/180
12	4,21±0,01	0,83±0,01	11,60±0,14	Geleneksel Ş. M.	1/356
13	5,64±0,01	0,29±0,01	11,71±0,01	1/18000	1/5576
14	5,88±0,01	0,17±0,01	12,85±0,04	1/18000	1/6115
15	5,65±0,03	0,27±0,01	11,71±0,01	1/18000	1/5396
16	5,85±0,01	0,16±0,01	15,19±0,03	1/18000	1/6008
17	6,08±0,02	0,14±0,00	11,68±0,04	1/16000	1/4873
18	5,63±0,00	0,22±0,00	9,34±0,03	1/18000	1/5333
19	5,58±0,00	0,06±0,00	12,86±0,01	1/20000	1/9698
20	5,54±0,02	0,08±0,01	17,54±0,02	1/20000	1/8278
En düşük	4,21±0,01	0,06±0,00	7,05±0,04	1/8000	1/180
En yüksek	6,12±0,02	0,83±0,01	22,24±0,01	1/20000	1/10561
Ortalama	5,48±0,48	0,23±0,19	13,04±3,43		

*Ortalama ± Standart sapma; Geleneksel Ş.M.: geleneksel şirden mayası

4.2.1. pH değeri

Peynir mayası örneklerinde ölçülen pH değerleri Çizelge 4.2’de toplu halde verilmiştir. pH değerlerinin 4,21±0,01 ile 6,12±0,02 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük pH değeri 11 numaralı örnekte tespit edilmiş (4,43±0,01), bunu 12 numaralı örnek takip etmiş olup (4,21±0,01), bu örneklerin şirdenden geleneksel yöntemle yapılan peynir mayası örnekleri olduğu dikkat çekmiştir (Şekil 4.6). Gürses ve Çakmakçı (2009) ile karşılaştırıldığında, araştırmacıların ölçtükleri değerlerin 3,06–4,27 arasında değiştiği, Tekinşen vd (2006) tarafından ise maya örneklerinin pH değerlerinin 5,02–6,10 arasında

değiştirdiği bildirilmiştir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004) da, maya örneklerinin pH değerlerinin 5,08-5,85 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Moschopoulou *et al* (2007) ev yapımı kuzu ve oğlak rennetlerinin pH değerlerini 4.74 ± 0.22 ve 4.71 ± 0.37 olarak ölçmüştür. Moschopoulou *et al.* (2007), pH değerinin rennetin kararlılığını etkilediğinden kritik bir özellik olduğunu, analiz edilmiş rennetlerin düşük pH'sının muhtemelen abomasa'nın asit içeriğine bağlı olduğunu ve enzim inaktivasyonunu önlemek için nihai ürünün pH değerinin ayarlanması gerektiğini bildirmiştir.

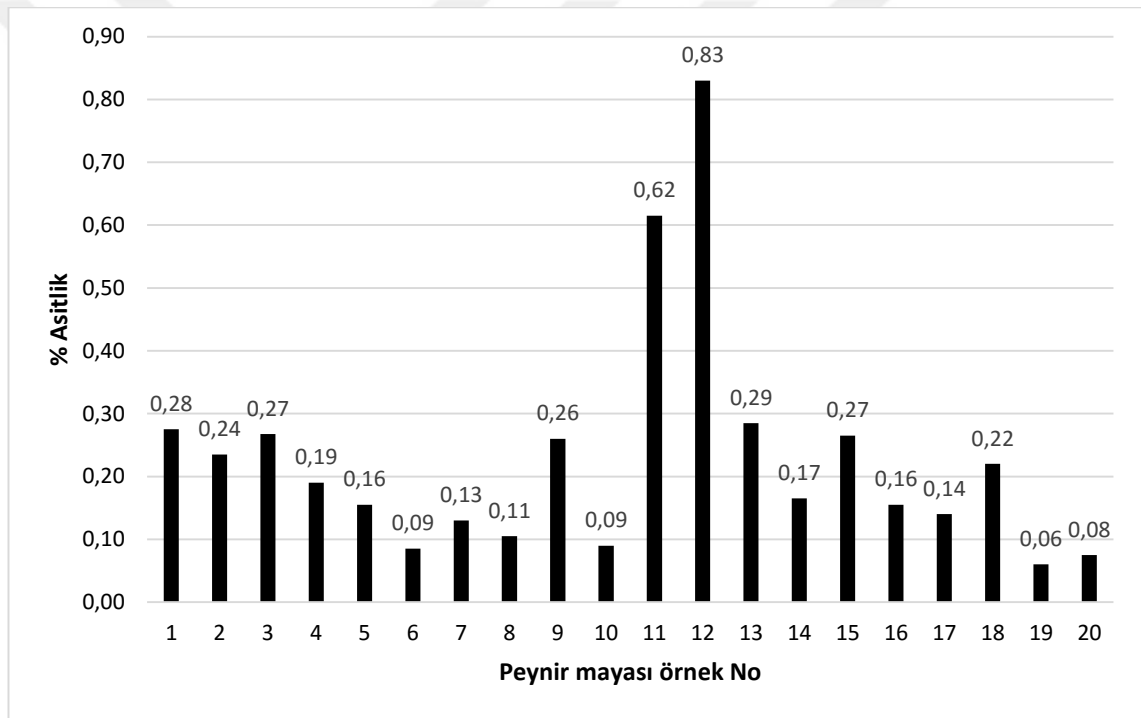


Şekil 4.6. Peynir mayası örneklerinin pH değeri değişimi

4.2.2. Asitlik (%)

Çizelge 4.2 incelendiğinde; peynir mayası örneklerine ait % asitlik değerlerinin $0,06 \pm 0,00$ (19 numaralı örnek) ile $0,83 \pm 0,01$ (12 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. 11 numaralı örneğin de ($0,62 \pm 0,01$) asitlik değerinin diğer örneklerle karşılaştırıldığında, 12 numaralı örneğe benzer şekilde oldukça yüksek olduğu dikkat

çekmektedir. Gürses ve Çakmakçı (2009)'nın tespit ettikleri titre edilebilir asitlik (laktik asit) değerlerinin %0,9–1,67 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Gürses ve Çakmakçı (2009)'nın elde ettikleri sonuçlar ile karşılaştırıldığında maya örnekleri arasında, özellikle de 11 numaralı ve 12 numaralı numuneler ile diğer 18 adet numune arasında, % asitlik değerleri açısından büyük oranda farklılık olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar 11 ve 12 numaralı örnekler ile Gürses ve Çakmakçı (2009)'nın inceledikleri örneklerin geleneksel yöntemle şirdenden evde yapılan peynir mayaları olduğu dikkat çekmektedir.

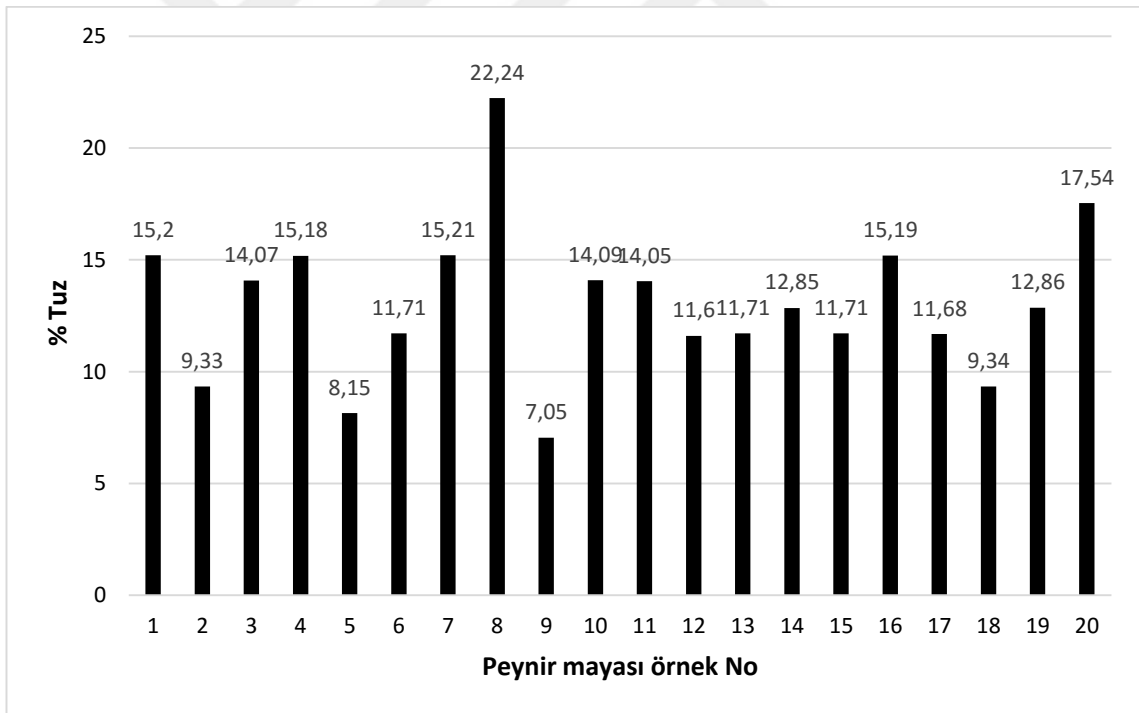


Şekil 4.7. Peynir mayası örneklerinin % asitlik değerlerindeki değişim

4.2.3. Tuz (%)

Rennetin stabilitesine katkıda bulunan tuz içeriği sıvı rennetin önemli bir özelliğidir (Chitpinyol and Crabbe 1998). Bu araştırmada incelenen peynir mayalarının tuz içeriği incelendiğinde (Çizelge 4.2), 9 numaralı peynir mayasının en düşük tuz oranına sahip olduğu ($7,05 \pm 0,04$) görülmektedir. 8 numaralı peynir mayası örneğinin ise $22,24 \pm 0,01$ ile en yüksek tuz oranına sahip olduğu görülmektedir. TS 3844'e göre,

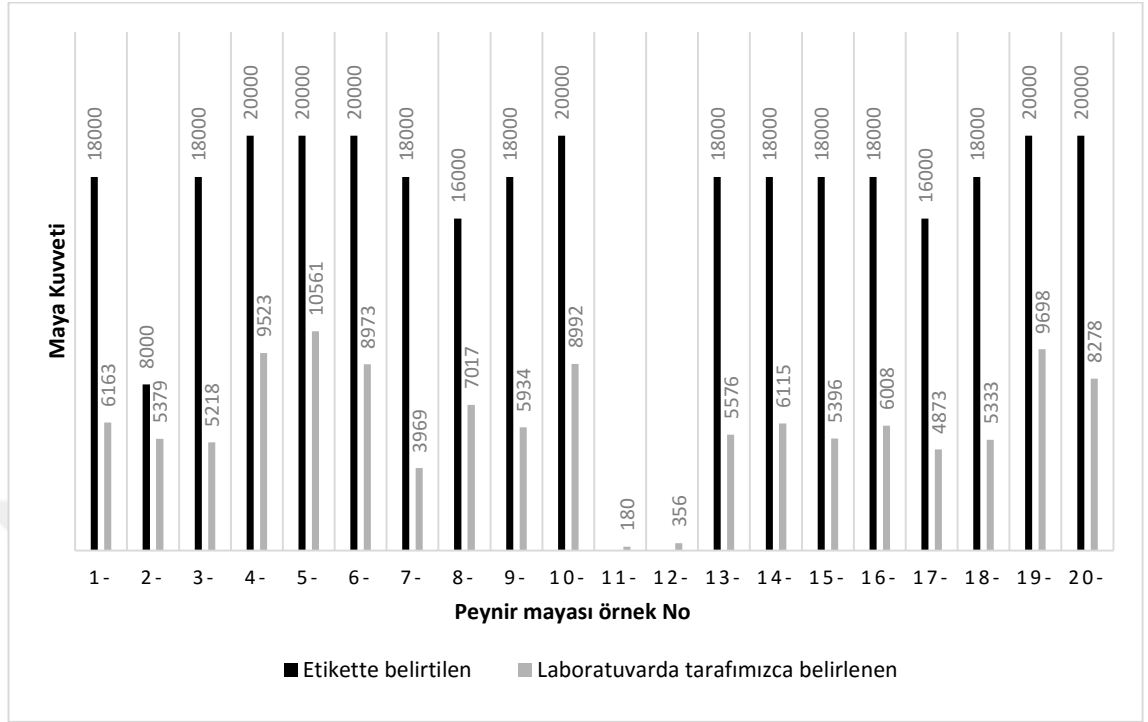
hayvansal peynir mayasının tuz oranı en az %15, mikrobiyel peynir mayasının tuz oranı ise en az %10 olması gerekmektedir. Bu durumda 2 (%9,33±0,04), 5 (%8,15±0,06), 9 (%7,05±0,04) ve 18 (%9,34±0,03) numaralı örneklerin her halükarda bu oranların altında bir değere sahip olduğu görülmektedir. Gürses ve Çakmakçı (2009), geleneksel yöntemle yapılan şirden mayası örneklerinin tuz oranının %4,21–6,13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tekinşen vd (2006) ise maya örneklerinin tuz oranının %12,91-18,79 arasında değiştiğini ve iki numune dışında bütün numunelerin TS 3844'te belirtilen kriterlere uyduğunu bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004) peynir mayası örneklerinin tuz oranının %4,83-14,05 arasında yani büyük farklılıklar gösterdiğini, bu durumun da peynir mayasının hazırlanması sırasında tuzun rastgele ilave edilmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.8. Peynir mayası örneklerinin % tuz miktarlarındaki değişim

4.2.4. Peynir mayası örneklerinin kuvveti

TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre, maya kuvveti en az 1/10.000 olan peynir mayaları 1. Sınıf, maya kuvveti en az 1/5.000 olan peynir mayaları 2. Sınıf, maya kuvveti en az 1/3.000 olan peynir mayaları ise 3. Sınıf peynir mayası olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bilgiye dayanarak peynir mayası örneklerini sınıflandırmak istersek, sadece 1 adet peynir mayası örneğinin (5 numaralı örnek, 1/10561) 1. sınıf, 15 adet peynir mayası örneğinin 2. Sınıf, 2 adet peynir mayası örneğinin ise 3. Sınıf olduğunu görebiliriz (Çizelge 4.2). 11 (1/180) ve 12 (1/356) numaralı şirden mayası örneklerinin ise bu sınıflandırmanın dışında kaldığı görülmektedir. Gürses ve Çakmakçı (2009) geleneksel yöntemle şirdenden yapılan peynir mayası örneklerinin süt pıhtılaştırma aktivitelerinin 1/160–1/1230 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerlerin TS 3844 Peynir Mayası Standardı'nda belirtilen en düşük sınıflandırmanın da altında olduğu görülmektedir. Tekinşen vd (2006) da, 15 adet peynir mayası örneğinin TS 3844'e göre 1. Sınıf (1/10620- 1/51550 arasında değişen), 5 adet mayası örneğinin 2. Sınıf (1/7270- 1/8420 arasında değişen) olarak değerlendirildiğini ve bulunan sonuçların etikette belirtilen sonuçlardan biraz düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004), 25 adet ticari sıvı peynir mayası numunesinin maya kuvveti değerlerinin 1/5670 ile 1/45450 arasında değiştiğini, örneklerin maya kuvvetlerinin birbirinden çok farklı olduğunu ve 11 adet örneğin maya kuvvetinin etikette belirtilenden daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu sonucun da farklı kaynaklardan, örneğin mikrobiyal kaynaklı peynir mayaları olabileceği vurgulanmıştır.



Şekil 4.9. Peynir mayası örneklerinin kuvvetlerindeki değişim

4.3. Duyusal Analiz Sonuçları

Erzurum ve civarında peynir yapan işletmelerden alınan 20 adet peynir mayası örneğine ait yöntemde belirtilen bazı duysal değerlendirmeler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ayrıca incelenen peynir mayalarında tarafımızdan yapılan diğer bazı duysal değerlendirmeler de, mayaların duysal özelliklerinin ortaya konulmasında yardımcı olabilecek ve aroma ile ilgili ileride yapılacak araştırmalar için temel teşkil edebilecek bazı özellikleri de Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Peynir mayası (rennet) örneklerinin duyuşal özellikleri

Örnek No	Renk	Görünüş ve Berraklık	Koku
1	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
2	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
3	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
4	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
5	Açık karamel	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
6	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
7	Çok açık karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
8	Çok açık karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
9	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
10	Karamel	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
11	Açık sarı	Bulanık, hafif tortulu	Yabancı koku
12	Açık sarı	Bulanık, hafif tortulu	Kendine özgü
13	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
14	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
15	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
16	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
17	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
18	Sarı	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
19	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
20	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku

Çizelge 4.4. Peynir mayası örneklerinde tarafımızca belirlenen diğer duyuşsal özellikler

Örnek	Renk	Görünüş ve berraklık	Koku
1	Su gibi	Berrak	Keskin, hafif ransit
2	Su gibi	Berrak	Keskin, yoğun ransit peyniraltı suyumsu
3	Su gibi	Berrak	Keskin, yoğun ransit peyniraltı suyumsu
4	Orta kahve	Berrak	1, 2 ve 3. örneklerden farklı, esans gibi
5	Açık kahve	Berrak	Çok yoğun Tulum peynirimsi
6	Orta kahve	Berrak	Çok keskin asidimsi, kimyasalımsı
7	Daha açık kahve	Berrak	Çok değişik, çocuk şurubu gibi
8	Daha açık kahve	Berrak	Keskin, kimyasal madde kokusu
9	Su gibi	Berrak	Keskin, ransit peyniraltı suyu gibi
10	Orta kahve	Berrak	Çok keskin, kimyasalımsı
11	Bulanık sarı (peynir suyu gibi)	Bulanık	Çok değişik bir kimyasal
12	Bulanık sarı (peynir suyu gibi)	Bulanık	Çok keskin, çok ransit peynir suyumsu
13	Su gibi	Berrak	Keskin, ransit peyniraltı suyu gibi
14	Sarımsı kahve	Berrak	Hafif kimyasalımsı koku
15	Su gibi	Berrak	Çok ransit peyniraltı suyumsu
16	Sarımsı kahve	Berrak	Çok değişik kimyasalımsı
17	Sarımsı kahve	Berrak	Çok farklı kimyasalımsı
18	Sarı	Berrak	Keskin, ransit peyniraltı suyu gibi
19	Orta ile açık kahve arası	Berrak	Çok keskin, çok kimyasalımsı
20	Orta kahve	Berrak	Çok keskin, kimyasalımsı

4.3.1. Renk

TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre peynir mayasının kendine özgü renkte olması gerektiği belirtilmiş fakat hangi renk olması gerektiği konusunda açık bir bilgi verilmemiştir. 20 adet peynir mayası numunesinin 6 adedi tamamen renksiz bulunurken, geri kalan örneklerin renklerinin açık sarıdan karamela kadar farklılık gösterdiği

gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3). Gürses ve Çakmakçı (2009), Tulum (Şavak) Peyniri üreten göçebelerin kuru tuzlanmış şirdenden kendilerinin yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayasının sarı veya karamel benzeri renkte olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Çakmakçı ve Boroğlu (2004), 25 adet ticari sıvı peynir mayası numunesinden 11 tanesinin karamel renkte, 14 tanesinin ise açık sarı renkte olduğunu gözlemlemişlerdir.

4.3.2. Görünüş ve berraklık

TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre, peynir mayasının görünüşünün kendine özgü olması gerektiği, tortusuz ve berrak olması gerektiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda Çizelge 4.3'de gösterildiği gibi 11 ve 12 numaralı örnekler dışında bütün peynir mayası örneklerinin berrak ve tortusuz olduğu gözlemlenmiştir. 11 ve 12 numaralı örneklerin bulanık ve hafif tortulu görünmesi, örneklerin geleneksel yöntemle şirdenden evde yapılmış peynir mayası oluşunu desteklemektedir. Gürses ve Çakmakçı (2009), inceledikleri ev tipi sıvı şirden mayasının bulanık görünüşte olduğunu ve küçüklü büyüklü parçacıklar içerdiğini bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004), 25 adet peynir mayası örneğinden 1 örneğin bulanık 1 örneğin de hafif tortulu olduğunu, bu durumun mayanın hammaddesinin temizliğinden ve işleme teknolojisindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini vurgulamışlardır.

4.3.3. Koku

TS 3844'te tanımlandığı üzere, peynir mayası kendine özgü kokuda olmalıdır. Çizelge 4.3 incelendiğinde, 20 örneğin 10 adedinin kendine has kokuda olduğu, 10 tanesinin ise yabancı kokuda olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.4'te de görüldüğü gibi asidik ve kimyasal madde gibi algılanan kokular yabancı koku olarak değerlendirilmiştir. Gürses ve Çakmakçı (2009), Şavak'ların yaptığı ev tipi sıvı şirden mayasının kokusunun peynir suyu veya alkol kokusunu andıran kokuda olduğunu tespit etmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu (2004) ise, 25 örneğin 8 tanesinde yabancı koku tespit ettiklerini diğer 17 örneğin kendine has kokuda olduklarını bildirmişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizin peynir üretim potansiyelinde büyük payı olan Erzurum ve çevresinde, peynir üretimi yapan süt işletmelerinin kullandıkları peynir mayalarındaki mikrobiyolojik, duyuşsal, bileşim ve teknolojik özelliklerin belirlenmesi; bu sayede peynir üretiminde yaşanan kalite sorunlarının bir nebze açıklanması ve Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucunda ulaşılan sonuç ve öneriler aşağıda sıralanmıştır:

1. Peynir mayası örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda; örneklerin TAMB sayısının <1 ile $7,14 \pm 0,13$ log kob/ml arasında değiştiği bulunmuştur. TS 3844 Peynir Mayası Standardı ile karşılaştırıldığında, 20 adet örneğin % 50'sinin standartta izin verilen sınırın üzerinde (10^3 kob/ml'den fazla) TAMB içerdiği tespit edilmiştir.
2. Laktozdan asit ve gaz oluşturan ve gıdalarda hijyen indikatörü olarak değerlendirilen koliform grubu bakterilerin, Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) göre peynir mayalarında bulunmasına izin verilmemektedir. Çalışma sonucunda, 20 adet peynir mayası örneğinden yalnızca birinin (örneklerin % 5'i) koliform grubu bakteri içerdiği ($2,72 \pm 0,17$ log kob/ml) ve standarda uymadığı tespit edilmiştir.
3. Gıda işletmelerinde genel hijyenik kontrol amacıyla maya ve küf sayımı yapılmaktadır. TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre peynir mayalarında en fazla 10^2 kob/ml'ye kadar maya ve küf bulunmasına izin verilmektedir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre, 20 adet peynir mayası örneğinden beşinin (örneklerin % 25'si) standartta belirtilen değerin üzerinde ($2,15 \pm 0,21$ log kob/ml ile $5,45 \pm 0,09$ log kob/ml arasında) maya ve küf içerdiği tespit edilmiştir.
4. *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayısı hakkında Peynir Mayası Standardı'nda (TS 3844) bir hükme rastlanmamıştır.
5. Patojen bir bakteri olan ve intoksikasyon tipi gıda zehirlenmelerine neden olan *Staphylococcus aureus*'un TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre peynir

mayalarında bulunmasına izin verilmemektedir. Peynir mayalarının hiçbirinde *S. aureus*'a rastlanmamıştır ($<1 \log \text{ kob/ml}$).

6. TS 3844 Peynir Mayası Standardı'na göre anaerob spor oluşturan bakterilerin peynir mayasında bulunmasına izin verilmemektedir. Standarda uygun şekilde, incelenen peynir mayası örneklerinin hiçbirinde anaerob spor oluşturan bakteri tespit edilmemiştir ($<1 \log \text{ kob/ml}$).
7. En yaygın patojenlerden biri olan *Salmonella*'nın 25 g (veya ml) gıda örneğinde bulunmasına izin verilmez (Anonymous 2005). Yapılan çalışmada peynir örneklerinin hiçbirinin -Peynir Mayası Standardı (TS 3844) uygun şekilde- *Salmonella* içermediği tespit edilmiştir.
8. Peynir mayası örneklerinin pH değerleri $4,21 \pm 0,01$ ile $6,12 \pm 0,02$ arasında bulunmuştur. En yüksek pH değerlerinin 11 ($4,43 \pm 0,01$) ile 12 ($4,21 \pm 0,01$) numaralı ev yapımı şirden mayası örneklerinde tespit edildiği dikkat çekmiştir.
9. Peynir mayası örneklerinin % asitlik değerlerinin $0,06 \pm 0,00$ ile $0,83 \pm 0,01$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki en yüksek asitlik değerleri 11 ($0,62 \pm 0,01$) ile 12 ($0,83 \pm 0,01$) numaralı ev yapımı şirden mayası örneklerinde kaydedilmiştir.
10. TS 3844'e göre, hayvansal peynir mayasının tuz oranının en az %15, mikrobiyel peynir mayasının tuz oranının ise en az %10 olması gerekmektedir. Bu durumda 2 ($9,33 \pm 0,04$), 5 ($8,15 \pm 0,06$), 9 ($7,05 \pm 0,04$) ve 18 ($9,34 \pm 0,03$) numaralı örneklerin her halükarda bu oranların altında bir değere sahip olduğu ve Peynir Mayası Standardı'na hiçbir şekilde uymadığı tespit edilmiştir.
11. TS 3844'e göre maya kuvveti en az 1/10.000 olan peynir mayaları 1. sınıf, maya kuvveti en az 1/5.000 olan peynir mayaları 2. sınıf, maya kuvveti en az 1/3.000 olan peynir mayaları ise 3. sınıf peynir mayası olarak sınıflandırılmaktadır. Çalışma sonucunda peynir mayası örneklerinin pıhtılaştırma gücünün birbirinden oldukça farklı (1/180 ile 1/10561 arasında değişiklik göstermiştir) ve etikette belirtilen değerlerden uzak olduğu dikkat çekmektedir. TS 3844 Peynir Mayası Standardı ile karşılaştırıldığında ise 11 (1/180) ve 12 (1/356) numaralı ev yapımı şirden mayası örneklerinin (örneklerin %10'u) Standardın tamamen dışında kaldığı tespit edilmiştir.

12. Duyusal analiz sonuçlarına göre, 20 adet peynir mayası örneğinden 9 adedinin (örneklerin % 45'i), TS 3844'de belirtildiği şekilde, kendine özgü renk görünüş ve kokuda olduğu, tortusuz ve berrak olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde ve dünyada görülen hızlı nüfus artışıyla birlikte artan gıda ihtiyacı, beraberinde ihtiyacın karşılanması için yüksek verimli üretim yöntemlerinin araştırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Gıda ihtiyacının artışına paralel olarak peynir üretim ve tüketiminin de artması geleneksel yöntemle peynir üretiminde kullanılan şirdenlere olan ihtiyacı da artırmaktadır. Fakat hızla artan tüketim ile birlikte buzağı sayısının yetersizliği, peynir üretimi yapan firmaları büyük bir hammadde ihtiyacı ile karşı karşıya bırakmaktadır. Hayvansal şirden ithalatı ise dini inanışlar nedeni ile bilinçli tüketiciler tarafından tereddütle karşılanmaktadır. Başka kaygılar ve ekonomik kayıplar da düşünülmektedir. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulguların tamamı değerlendirildiğinde, oldukça yüksek düzeyde tüketim ölçeğine sahip olan peynircilik sektöründe, verim kaybına neden olan başlıca etkenlerden birinin peynir mayası olduğu dikkat çekmektedir. Gerek standart üretimin sağlanması, gerekse en az kayıpla en yüksek verimin elde edilmesi amacıyla, peynir mayalarının üretiminin teknolojik gelişmeler ışığında destekleneceği, özellikle gelişen gen teknolojisi ile rekombinant kimozin üretimi yönünde yeni projelerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu değerlendirilmiştir.

Çeşitli peynirlerin kendilerine özgü niteliklerinin oluşması, lezzet ve tekstürde standardizasyon için peynir mayalarının da belli özellikleri taşımaları gerektiği, peynir mayalarının ve peynirlerin üretim, muhafaza ve kullanımında belli kriterlere uyulmasının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Addis, M., Piredda, G., Pirisi, A., 2008. The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production. *Small Ruminant Research*, 79, 2-10.
- Ahmed, I.A.M., Morishima, I., Babiker, E.E., Mori, N., 2009. Characterization of partially purified milk clotting enzyme from *Solanum dubium* Fresen seeds. *Food Chemistry*, 116, 395–400.
- Akın, N., 1996. Peynir yapımında kullanılan süt pıhtılaştırıcı enzimler ve bunların bazı özellikleri. *Gıda* 21(6), 435-442.
- Anonymous, 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: AK Halkman. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 sayfa.
- Anonymous, 2007. Food and Drug Administration (FDA), Salmonella. *Bacteriological Analytical Manual* 8th Edition, Chapter 5.
- Atacı, N., 2001. *Mucor miehei* Rennetin ve *Mucor miehei* Rennet-Dekstran Konjugatlarının Spektrofluorometrik Yöntemle İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 113 s, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Badgujar, S.B., R.T. Mahajan. 2014. Nivulian-II a new milk clotting cysteine protease of *Euphorbia nivulia* latex. *International Journal of Biological Macromolecules*. 70, 391–398.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., Spicher, G., 1986. *Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln*, Behr's Verlag Hamburg, Germany.
- Beka, R.G., Krier, F., Botquin, M., Guiama, V.D., Donn, P., Libouga, D.G., Mbofung, C.M., Dimitrov, K., Slomianny, M.C., Guillochon, D., Vercaigne-Marko, D., 2014. Characterisation of a milk-clotting extract from *Balanites aegyptiaca* fruit pulp. *International Dairy Journal*, 34, 25-31.
- Borsting, M.W., Qvist, K.B., Ardö, Y., 2014. Influence of pH on retention of camel chymosin in curd. *International Dairy Journal*, 38, 133-135.
- Broome, M.C., Limsowtin, G.Y.K., 1998. Milk coagulants. *Australian Journal of Dairy Technology*, 53(3), 188-190.
- Chitpinyol, S., Crabbe, M.J.C., 1998. Chymosin and aspartic proteinases. *Food Chemistry*, 61 (4), 395–418.
- Çakmakçı, S., 1996. Peynir lezzeti ve oluşumu I ve II. *Gıda*, 21 (4): 261-272.
- Çakmakçı, S., 2011. *Türkiye Peynirleri* (19. Bölüm: 585-614). In: *Peynir Biliminin Temelleri*. (Editörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer), ISBN: 978-605-87976-1-1, SİDAS Medya Ltd. Şti., İzmir, 643 s.
- Çakmakçı, S., Boroğlu, E., 2004. Some quality characteristics of commercial liquid rennet samples. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28: 501-505.
- Çakmakçı, S., Cantürk, A., Çakır, Y., 2017. Peynir üretimi için sütü pıhtılaştıran enzimlere genel bir bakış ve bazı gelişmeler. *Akademik Gıda (Baskıda)*.
- Çakmakçı, S., Dagdemir, E., Hayaloglu, A.A., Gurses, M., Gundogdu, E., 2008. Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24 (3), 293-299.

- Çakmakçı, S., Hayaloglu, A.A., Dagdemir, E., Cetin, B., Gurses, M., Tahmas-Kahyaoglu, D., 2014. Effects of *Penicillium roqueforti* and whey cheese on gross composition, microbiology and proteolysis of mould-ripened Civil cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 67 (4), 594-603.
- Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Yazıcı, F., 2007. Peynir yapımında kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler ve kazein fraksiyonları üzerine etkileri. A review. *Gıda*, 32 (5), 241-249.
- El-Sohaimy, S.A., Hafez, E.E., El-Saadani, M.A., 2010. Cloning and *in vitro*-transcription of cymosin gene in *E. coli*. *The Open Nutraceuticals Journal*, 3, 63-68.
- Esposito, M., Pierro, P.D., Dejonghe, W., Mariniello, L., Porta, R., 2016. Enzymatic milk clotting activity in artichoke (*Cynara scolymus*) leaves and alpine thistle (*Carduus defloratus*) flowers. Immobilization of alpine thistle aspartic protease. *Food Chemistry*, 204, 115-121.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. 2004. Cheese: An Overview in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third edition- Volume 1: General Aspects. ISBN: 0-1226-3651-1.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 1995. Chemistry, biochemistry and control of cheese flavour. In 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp. 135-159, Fermoy Co., Cork.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 1997. Rennets: Their in milk coagulation and cheese ripening. *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk* (Ed: B.A. Law). 1- 40 pp.
- Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., 2015. Chemistry and Biochemistry of Cheese. Chapter 12. Dairy chemistry and biochemistry. Springer International Publishing. Switzerland.
- GMO-Compass. 2012. Information on genetically modified organisms. <http://www.gmo-compass.org/eng/database/enzymes/83.chymosin.html>.
- Guiama, V.D., Libouga, D.G., Ngah, E., Beka, R.G., Ndi, K.C., Maloga, B., Bindzi, J.M., Donn, P., Mbofung, C.M., 2010. Milk-clotting potential of fruit extracts from *Solanum esculentum*, *Solanum macrocarpon* L. and *Solanum melongena*. *African Journal of Biotechnology*, 9 (12), 1797-1802.
- Guinee, T.P., Wilkinson, M.G., 1992. Rennet coagulation and coagulants in cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 45 (4), 94-104.
- Gürses, M., Çakmakçı, S., 2009. Şirdenden geleneksel olarak üretilen sıvı peynir mayalarının bazı kalite özellikleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, s: 881-884, 27-29 Mayıs, 2009, Van.
- Harrigan, W.F., 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, San Diego, USA. 532 s.
- Hayaloglu, A.A., Cakmakci, S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C., McSweeney, P.L.H., 2007. Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum Cheese ripened in goats skin or plastic bags. *Journal of Dairy Science*, 90, 1102-1121
- He AX., Li L. 2004. Study on the relation between yak performance and ecological protection. In: Proceedings of the Fourth International Congress on Yak; Chengdu, China.
- Jacob, M., Jaros, D., Rohm., 2011. Recent advances in milk clotting enzymes. A review. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 14-33.

- Kim, S.M., Zayas, J.F., 1991. Comparative quality characteristics of Chymosin extracts obtained by ultrasound treatment. *Journal of Food Science*, 56, 406-410.
- Koçak, C., 1979. Türkiyede Kullanılan Sıvı Şirden Mayalarının Değişik Saklama Koşullarında Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 2007. *Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi* (Genişletilmiş 9. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 252/d, Ziraat Fak. Yay. No: 18, Erzurum.
- Lemes, A.C., Pavon, Y., Lazzaroni, S., Rozycki, S., Brandelli, A., 2016. A new milk-clotting enzyme produced by *Bacillus* sp. P45 applied in cream cheese development. *Food Science and Technology*, 66, 217-224.
- Low, Y.H., Agboola, S., Zhao, J., Lim, M.Y., 2006. Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *International Dairy Journal*, 16, 4, 335-343.
- Luo, F., Jiang, W.H., Yang, Y.X., Li, J., Jiang, M.F., 2016. Cloning and expression of yak active chymosin in *Pichia pastoris*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*, 29, 1363-1370.
- Lyne, J., 1995. Improving cheese flavour. In 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp. 46-50, Fermoy Co., Cork.
- Majumder, R., Banik, S.P., Khowala, S., 2015. Purification and characterisation of κ -casein specific milk-clotting metalloprotease from *Termitomyces clypeatus* MTCC 5091. *Food Chemistry*, 173, 441-448.
- Manzano, M.A.M., Gutierrez, T.C.P., Sánchez, M.E.L., Suarez, J.C.R., Llanez, M.J.T., Cordova, A.F.G., Cordoba, B.V., 2013b. Comparison of the milk-clotting properties of three plant extracts. *Food Chemistry*, 141, 1902-1907.
- Manzano, M.A.M., Hernandez, J.M.M., Suarez, J.C.R., Llanez, M.J.T., Cordova, A.F.G., Cordoba, B.V., 2013a. Sour orange *Citrus aurantium* L. flowers: A new vegetable source of milk-clotting proteases. *Food Science and Technology*, 54, 325-330.
- Merheb-Dini, C., Gomes, E., Boscolo, M., Silva, R. D., (2010). Production and characterization of a milk-clotting protease in the crude enzymatic extract from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31: (Milk-clotting protease from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31). *Food Chemistry*, 120, 87-93.
- Metin, M., 1998. Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 33.
- Mohamed Ahmed, I. A., Babiker, E. E., Mori, N., 2010. pH stability and influence of salts on activity of a milk-clotting enzyme from *Solanum dubium* seeds and its enzymatic action on bovine caseins. *Food Science and Technology*, 43, 759-764.
- Moschopoulou, E., 2011. Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Ruminant Research*, 101, 188-195.
- Moschopoulou, E., Kandarakis, I., Anifantakis, E., 2007. Characteristics of lamb and kid artisanal liquid rennet used for traditional Feta cheese manufacture. *Small Ruminant Research*, 72, 237-241.

- Nasr, A.I.A.M., Mohamed Ahmed, I.A., Hamid, O.I.A., 2016. Characterization of partially purified milk-clotting enzyme from sunflower (*Helianthus annuus*) seeds. Food Science and Nutrition, 4, 733-741
- Özdemir, S., Sert S., 1996. Gıda Mikrobiyolojisi Tatbikat Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128, 111 s, Erzurum.
- Pichhardt, K., 2004. Gıda Mikrobiyolojisi (Gıda Endüstrisi için Temel Esaslar ve Uygulamalar). Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Rogelj, I., Perko, B., Francky, A., Penca, V., Pungercar, J., 2001. Recombinant lamb chymosin as an alternative coagulating enzyme in cheese production. Journal of Dairy Science, 84, 1020–1026.
- Rolet-Repecaud, O., Arnould, C., Dupont, D., Gavoye, S., Beuvier, E., Achilleos, C., 2017. Quantification of pepsin in rennet using a monoclonal antibody-based inhibition ELISA. Food Science and Technology, 76, 190-196.
- Roseiro, L.B., Barbosa, M.M., Ames, J., Wilbey, R., 2003. Cheese making with vegetable coagulants; the use of *Cynara cardunculus* L. for the production of ovine milk cheeses. International Journal of Dairy Technology, 56, 76 - 85.
- Rybka, S., Kailasaphaty, K., 1996. Media for the enumeration of yoghurt bacteria. International Dairy Journal, 6, 839-850.
- Santillo, A., Caroprese, M., Marino, R., Muscio, A., Sevi, A., Albenzio, M., 2007b. Influence of lamb rennet paste on composition and proteolysis during ripening of Pecorino foggiano cheese. International Dairy Journal, 17, 535–546.
- Santillo, A., Quinto, M., Dentico, M., Muscio, A., Sevi, A., Albenzio, M., 2007a. Rennet paste from lambs fed a milk substitute supplemented with *Lactobacillus acidophilus*: Effects on lipolysis in ovine cheese. Journal of Dairy Science, 90, 3134–3142.
- Savello, P.A., Ernstrom, C.A. and Kalab, M., 1989, Microstructure and meltability of model process cheese made with rennet and acid casein. Journal of Dairy Science, 72, 1-11.
- Serteser, A., Gök, V., 2003. Süt pıhtılaştırıcıları olarak bazı doğal bitki türlerinin kullanılması. "Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu", 22-23 Mayıs 2003, 325-328 s, Bornova, İzmir.
- Shamtsyan, M., Dmitriyeva, T., Kolesnikov, B., Denisova, N., 2014. Novel milk-clotting enzyme produced by *Coprinus lagopides* basidial mushroom. Food Science and Technology, 58, 343-347.
- Shieh, C.J., Thi, L.A.P., Shih, I.L., 2009. Milk-clotting enzymes produced by culture of *Bacillus subtilis* natto. Biochemical Engineering Journal, 43, 85–91.
- Soltani, M., Boran, O.S., Hayaloğlu, A.A., 2016. Effect of various blends of camel chymosin and microbial rennet (*Rhizomucor miehei*) on microstructure and rheological properties of Iranian UF White cheese. Food Science and Technology, 68, 724-728.
- Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney P.L.H., 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. International Dairy Journal, 11, 327–345.
- Speck, M.L., 1984. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Washington.
- Stepaniak, L., 2004. Dairy enzymology. International Journal of Dairy Technology, 57 (2/3), 153-171.

- Şahan, N., Yaşar, K., 2002. Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (3), 21-30.
- Şengül, M., Erkaya, T., Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Gül, O., 2014. Compositional, biochemical and textural changes during ripening of Tulum cheese made with different coagulants. International Journal of Dairy Technology, 67, 373-383.
- Tajalsir, A.E., Ebraheem, A.S.A., Abdallah, A.M., Khider, F.J., Elsamani, M.O., Mohamed Ahmed, I.A., 2014. Partial purification of milk clotting enzyme from the seeds of *Moringa oleifera*. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 4, 58–62.
- Tejada, L., Abellán, A., Prados, F., Cayuela, J.M., 2008. Compositional characteristics of Murcia al Vino Goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. International Journal of Dairy Technology, 61 (2), 119-125.
- Tekinşen, K.K., Uçar, G., Köseoğlu, İ.E., 2006. Hayvansal Peynir Mayalarının Bazı Kalite Nitelikleri. Avrasya Veteriner Bilimleri Dergisi. 22, 3-4: 69-73.
- TS 3844 Peynir Mayası Standardı, 1996. Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- TS EN ISO 4833-2 Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi- Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem- Bölüm 2: Yayma Plak Tekniğiyle 30 °C'ta Koloni Sayımı (ISO 4833-2:2013).2014. Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- TS ISO 4832 Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi- Koliformların Sayımı İçin Yatay Yöntem- Koloni Sayım Tekniği. 2010. Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara
- Tyagi, A., Kumar, A., Yadav, A.K., Saklani, A.C., Grover, S., Batish, V.K., 2016. Functional expression of recombinant goat chymosin in *Pichia pastoris* bioreactor cultures: A commercially viable alternate. Food Science and Technology, 69, 217-224.
- Uraz, T., 1976. Türkiye Peynirciliğinde Kullanılan Mayalar ve Bunların Elde Edildiği Şirdenler Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No. 625, Ankara.
- Uraz, T., 1979. Peynir mayalarında pıhtılaştırma gücünün (kuvvet) saptanması üzerine bir araştırma. Gıda, 4(3), 103-109.
- Üçüncü, M., 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi-Cilt 1. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 543 s.
- Vinderola, C.G., Reinheimer, J.A., 1999. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. International Dairy Journal, 9, 497-505.
- Wei, Z.-Y., Zhang, Y.-Y., Wang, Y.-P., Fan, M.-X., Zhong, X.-F., Xu, N., Lin, F., Xing, S.-C., 2016. Production of bioactive recombinant bovine chymosin in tobacco plants. International Journal of Molecular Sciences, 17, 624.
- Yegin, S., Fernandez-Lahore, M., Gama-Salgado, A.J., Guvenc, U., Göksungur, Y., Tari, C., 2011. Aspartic proteinases from *Mucor* spp. in cheese manufacturing. Applied Microbiology Biotechnology, 89, 949–960.
- Yetişemiyen, A., 2007. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 142 s.
- Yousif, B.H., McMahon, J.D., Shammet, M.K., 1996. Milk-clotting enzyme from *Solanum dobium* plant. International Dairy Journal, 6, 637–644.

Zhang, F.X., Wang, B.N., 2007. Optimization of processing parameters for the ultrasonic extraction of goat kid rennet. *International Journal of Dairy Technology*, 60, 286-291.



ÖZGEÇMİŞ

05 Şubat 1985 yılında Rize'nin Pazar ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Ardeşen Fatih İlköğretim Okulu'nda, orta ve lise öğrenimini Pazar 75. Yıl İMKB Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2009 yılında mezun oldu. 2012 yılında halen çalışmakta olduğu Milli Savunma Bakanlığı (MSB) Erzurum Tedarik Bölge Başkanlığı'na Gıda Mühendisi olarak atandı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve bir çocuk annesidir.