ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

GELENEKSEL YOZGAT ÇANAK PEYNİRİ ÜRETİMİNDE ISIL İŞLEM VE OLGUNLAŞMANIN ETKİSİ

Marwa HADDAR

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

GELENEKSEL YOZGAT ÇANAK PEYNİRİ ÜRETİMİNDE ISIL İŞLEM VE OLGUNLAŞMANIN ETKİSİ

Marwa HADDAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN

Bu çalışmada, geleneksel Yozgat Çanak Peynirinin bazı nitelikleri üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, çiğ süt, pastörize süt (65 °C'/ 30 dk) ve pıhtıya ısıl işlem uygulanmış (65 °C'/ 10 dk) üç farklı Çanak Peyniri örneği üretilmiştir. Isıl işlem ve olgunlaşma süresinin peynirin kalite özellikleri ve olgunlaşma düzeyi üzerine etkilerini saptamak amacıyla olgunlaşmanın 1., 90., 180. ve 270. günlerinde peynir örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile uçucu bileşen profili ve duyusal nitelikleri incelenmiştir. Ayrıca, Yozgat'taki yerel pazardan temin edilen beş Çanak peyniri örneği analiz edilmiş ve bu çalışmada üretilen peynirlerle karşılaştırılmıştır. Isıl işlem uygulanmış peynirlerin suda çözünen azot, toplam azot, serbest amino asit miktarı ve olgunlaşma indeksi değerleri çiğ sütten üretilen peynirinkinden daha yüksek bulunmuş dolayısıyla proteolizi ve olgunlaşmayı hızlandırdığı saptanmıştır. Çiğ sütten üretilen peynirde daha yüksek serbest yağ asidi içeriği ve lipoliz düzeyi belirlenmiştir. Deneme Yozgat Çanak Peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca, 6 asit, 10 alkol, 11 keton, 3 ester ve 2 aldehit olmak üzere toplam 32 adet uçucu aroma bileşiği tespit edilmiştir. Çiğ sütten üretilen örnekte, uçucu bileşen sayısı daha fazla belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları olgunlaşma süresi ilerledikçe ısıl işlem uygulanmış peynirlerin panelistler tarafından daha fazla kabul edilebilir bulunduğunu ortaya koymuştur.

Yozgat Piyasasında tüketime sunulan Çanak peynirlerin kurumadde, tuz, kül içeriği, proteoliz ve tespit edilen uçucu bileşenlerin daha düşük olduğu, bunun yanında titrasyon asitliği, protein içeriği, koliform, maya ve küf sayıları daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, duyusal nitelikleri bakımından deneme peynir örneklerine göre daha düşük puanlar almıştır.

Sonuç olarak, ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin, Yozgat Çanak Peynirinin niteliklerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Şubat 2025, 152 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yozgat Çanak Peyniri, Isıl işlem, Olgunlaşma, Lipoliz, Proteoliz, Mikrobiyolojik Özellikler, Uçucu Bileşenler

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT AND RIPENING ON THE PRODUCTION OF TRADITIONAL YOZGAT ÇANAK CHEESE

Marwa HADDAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN

In this study, the effects of heat treatment and ripening time on some properties of traditional Yozgat Çanak Cheese were investigated. To achieve this, three different Çanak Cheese samples were produced from raw milk, pasteurized milk (65 °C/ 30 min), and heat-treated curd (65 °C/ 10 min). To determine the effects of heat treatment and ripening time on the quality characteristics and ripening progress of the cheese, chemical, microbiological and volatile component profiles along with the sensory qualities, were examined in cheese samples on the 1st, 90th, 180th and 270th days of ripening. Additionally, five Çanak cheese samples obtained from the local market in Yozgat were analyzed and compared with the cheeses produced in this study. The cheeses produced with heat treatment exhibited higher values of water-soluble nitrogen, total nitrogen, free amino acid content, and ripening index compared to the control sample, indicating an acceleration of proteolysis and, consequently, the ripening process. However, the cheese sample produced from raw milk exhibited a higher lipolysis due to its higher free fatty acid content. A total of 32 volatile aroma compounds were identified throughout the ripening period in the produced cheese samples, including 6 acids, 10 alcohols, 11 ketones, 3 esters, and 2 aldehydes. The highest number of volatile compounds was detected in the cheeses produced from raw milk. The sensory evaluation showed that heat-treated cheeses were more accepted by panelists as the ripening period progressed.

The Çanak cheeses sourced from the Yozgat Market were found to have lower dry matter, salt, ash content, proteolysis and volatiles compounds detected, while exhibiting higher titratable acidity, protein content, as well as coliform, yeast, and mold counts. As a result, these cheeses were less appreciated by the panelists.

February 2025, 152 pages

Key Words: Yozgat Çanak cheese, Heat treatment, Ripening, Lipolysis, Proteolysis, Microbiological Properties, Volatile compounds

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Araştırma yolculuğum boyunca sarsılmaz desteği ve yapıcı eleştirileri için danışmanım Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN'a en derin şükranlarımı sunuyorum. Akademik mükemmelliğe olan derin bağlılığı ve detaylara gösterdiği titizlik bu tezi önemli ölçüde şekillendirmiştir. Tez izleme komitemin üyeleri Prof. Dr. Yonca YÜCEER, Doç. Dr Tuba ŞANLI' ya yapıcı geri bildirimleri ve çalışmamın kalitesini artıran değerli önerileri için aynı derecede müteşekkirim. Verilerin istatistiksel analizinde destek sağlayan Prof. Dr. Mustafa Muhip ÖZKAN'a teşekkür ederim.

Laboratuvar calişmalarim boyunca yardımlarını ve deneyimlerini benimle paylaşan Araş. Gör. Canan ALTINAY'a teşekkür etmek isterim.

Bu tez, zorlu akademik uğraşım sırasında ailemden ve arkadaşlarımdan gördüğüm sarsılmaz desteğin ve sınırsız sevginin bir yansımasıdır. Eğitimimin en başından beri merakımı besleyen ve eğitim çalışmalarıma maddi manevi destek olan annem, babam ve ablam başta olmak üzere tüm aileme büyük bir şükran borçluyum.

Son olarak, elimden gelenin en iyisini yapmam konusunda beni sürekli motive eden, deneyimlerini sabırla paylaşan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Serdar YAVUZ'a teşekkür ederim.

Marwa HADDAR
Ankara, Şubat 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK i
ÖZET ii
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR iv
İÇİNDEKİLER v
SİMGELER DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ 6
2.1 Yozgat Çanak Peynirinin Ekonomik ve Kültürel Önemi 8
2.2 Yozgat Çanak Peyniri Geleneksel Üretimi 9
2.3 Peynir Üretiminde Isıl İşlemin Etkileri 13
2.3.1 Mikroorganizmalar üzerine etkisi 15
2.3.2 Fiziko-kimyasal nitelikler üzerine etkisi 21
2.3.2.1 Serum proteinlerinin denatürasyonu 23
2.3.2.2 Olgunlaşma ve starter kültür üzerine etkisi 23
2.3.2.3 Tat-aroma üzerine etkisi 27
3. MATERYAL VE YÖNTEM 30
3.1 Materyal 30
3.1.1 Çiğ süt 30
3.1.2 Starter Kültür 30
3.1.3 Peynir mayası ve kalsiyum kalsiyum klorür 30
3.1.4 Tuz 30
3.1.5 Çanaklar 30
3.2 Yozgat Çanak Peyniri Üretimi 31
3.3 Uygulanan Analizler 35
3.3.1 Hammadde çiğ sütlere uygulanan analizler 35
3.3.1.1 Kurumadde oranı 35
3.3.1.2 Yağ oranı 35
3.3.1.3 Protein içeriği 35
3.3.1.4 pH değeri 35
3.3.1.5 Titrasyon asitliği 35
3.3.1.6 Mikrobiyolojik analizler 36
3.3.2 Peynir örneklerine uygulanan analizler 36

3.3.2.1 Kurumadde oranı 36
3.3.2.2 Yağ oranı 36
3.3.2.3 Kül tayini 37
3.3.2.4 Tuz tayini 37
3.3.2.5 pH değeri 37
3.3.2.6 Titrasyon asitliği 38
3.3.2.7 Toplam azot ve protein içeriği 38
3.3.2.8 Mikrobiyolojik analizler 38
3.3.2.8.1 Mikrobiyolojik analizler için örnek hazırlama 38
3.3.2.8.2 Koliform grup bakteri sayımı 39
3.3.2.8.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı 39
3.3.2.8.4 Toplam maya-küf sayımı 39
3.3.2.9 Suda çözünen azot (WSN) oranı 39
3.3.2.10 Olgunlaşma indeksi 40
3.3.2.11 Toplam serbest aminoasit tayini 40
3.3.2.12 Serbest yağ asitleri kompozisyonu 41
3.3.2.13 Uçucu bileşen analizi 43
3.3.2.14 Duyusal değerlendirme 44
3.3.2.15 İstatistiksel analiz 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 47
4.1 Hammadde Çiğ Sütün Bileşim ve Kimyasal Özellikleri 47
4.2 Hammadde Sütlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları 47
4.3 Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları 48
4.3.1 Toplam kuru madde 48
4.3.2 Yağ oranı 51
4.3.3 Kül içeriği 53
4.3.4 Tuz içeriği 55
4.3.5 pH değeri 57
4.3.6 Titrasyon asitliği 59
4.3.7 Toplam protein içeriği 61
4.4 Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları 63
4.4.1 Koliform bakteri sayımı 63
4.4.2 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayı 64
4.4.3 Maya ve küf sayımı 66
4.5 Peynir Örneklerinde Olgunlaşma 68
4.5.1 Toplam azot içeriği 69
4.5.2 Suda çözünebilen azot (WSN) içeriği 71

4.5.3 Olgunlaşma indeksi 74
4.5.4 Toplam serbest amino asit içeriği (TSAA) 76
4.6 Peynir örneklerinde lipoliz 79
4.6.1 Serbest yağ asitleri kompozisyonu 79
4.6.1.1 Kısa ve orta zincirli yağ asitlerin kompozisyonu 81
4.6.1.2 Uzun zincirli serbest yağ asitleri 85
4.7 Peynirlerin Uçucu Bileşenleri 88
4.7.1 Asit bileşenleri 93
4.7.2 Alkol bileşenleri 95
4.7.3 Ketonlar 97
4.7.4 Esterler 99
4.7.5 Aldehitler 100
4.8 Duyusal Değerlendirme 101
4.8.1 Koku 101
4.8.2 Tat ve aroma 104
4.8.3 Görünüş 106
4.8.4 Yapı-tekstür 107
4.8.5 Genel kabul edilebilirlik 109
4.9 Yozgat İlinden Temin Edilen Çanak Peynirlerin Analizler 111
4.9.1 Geleneksel Yozgat çanak peynirlerinin biyokimyasal özellikleri 111
4.9.2 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin mikrobiyolojik sonuçları 114
4.9.3 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin serbest yağ asidi kompozisyonu 116
4.9.4 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin uçucu bileşenleri 119
4.9.5. Duyusal değerlendirme 122
5. SONUÇ 125
KAYNAKLAR 130
ÖZGEÇMİŞ 152

SİMGELER DİZİNİ

g	gram
ppm	Milyonda bir kısım
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
mek	Miliekivalent
L	Litre
KOH	Potasyum Hidroksit
°SH	Soxhelet Henkel
kob	Koloni Oluşturan Birim

Kısaltmalar

α-Lg	α-laktoglobulin
β-Lg	β-laktoglobulin
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Cd- Ninhrin	Kazeino-Makropeptit
CMP	Kazeino-Makropeptit
CXG	Guidelines for the Control of Shiga Toxin-Producing Escherichia coli
dk	dakika
FDA	Food and Drug Administration
GC-MS	Gaz Kromotografisi-Kütle Spektrometresi
GI	Coğrafi İşaret
HTST	Yüksek Sıcaklık, Kısa Süre
KPS	Koagülaz Pozitif Stafilokoklar
LAB	Laktik Asit Bakterileri
Leu	Lösin
log	logaritma
LPS	laktoperoksidaz Sistemi
LTLT	Düşük Sıcaklık, Uzun Süre
M.Ö	Milattan Önce
M.S	Milattan Sonra
NSLAB	Starter Olamayan Laktik Asit Bakterileri
PDO	Protected Designation Origin
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
s	Saniye
STEC	Shiga Toksin Üreten *Escherichia coli*
TMAB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TSAA	Toplam Serbest Amino Asitler
USDA	United States Department of Agriculture
VRBA	Violet Red Bile Agar
WHO	World Health Organization
WSN	Suda Çözünen Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 1973-2006 yılları arasında ABD'de pastörize ve pastörize edilmemiş peynirlerle ilişkili salgınların karşılaştırması 16

Şekil 3.1 Yozgat çanak peynirlerinin üretim akış şeması 33

Şekil 3.2 Yozgat çanak peyniri bazı üretim aşamaları (a) ısıl işlem, (b)Torbalama ve süzme, (c) baskılama, (d) çanaklara basma (e) çanakların ağız kısmının tuz serpilerek kapatılması, (f) kumda olgunlaşma 34

Şekil 3.3 Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri 41

Şekil 3.4 Yozgat Çanak peynir örneklerinin duyusal değerlendirme formu 45

Şekil 4.1 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kurumadde değerleri 49

Şekil 4.2 Yozgat çanak peyniri örneklerinin yağ oranları 52

Şekil 4.3 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kül oranları 54

Şekil 4.4 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tuz değerileri 56

Şekil 4.5 Yozgat çanak peyniri örneklerinin pH değerleri 58

Şekil 4.6 Yozgat çanak peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerileri 60

Şekil 4.7 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam protein değerileri 62

Şekil 4.8 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam aerobik mezofilik grup mikroorganizma sayıları 65

Şekil 4.9 Yozgat çanak peyniri örneklerinin maya ve küf grubu mikroorganizma sayıları 67

Şekil 4.10 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam azot değerileri 70

Şekil 4.11 Yozgat çanak peyniri örneklerinin WSN değerileri 72

Şekil 4.12 Yozgat çanak peyniri örneklerinin Olgunlaşma İndeksi değerileri 75

Şekil 4.13 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam serbest amino asit değerleri 77

Şekil 4.14 Sadece çanak peynir örneklerinde olan ve ortak saptanan aroma bileşenleri 92

Şekil 4.15 Yozgat çanak peyniri örneklerinin koku ve aroma puanları 103

Şekil 4.16 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tat puanları 105

Şekil 4.17 Yozgat çanak peyniri örneklerinin görünüş puanları 107

Şekil 4.18 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tekstür puanları 108

Şekil 4.19 Yozgat çanak peyniri örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları 110

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Peynir örneklerinin üretiminde kullanılan çiğ inek sütlerinin nitelikleri 47
Çizelge 4.2 Çiğ ve pastörize sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları 47
Çizelge 4.3 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kurumadde değerleri 48
Çizelge 4.4 Kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları 49
Çizelge 4.5 Yozgat çanak peynir örneklerinin yağ oranları 51
Çizelge 4.6 Yağ oranına ait varyans analiz sonuçları 51
Çizelge 4.7 Peynir örneklerinin kül içeriği 53
Çizelge 4.8 Kül içeriğine ait varyans analiz sonuçları 53
Çizelge 4.9 Yozgat çanak peynir örneklerinin tuz oranı sonuçları 55
Çizelge 4.10 Tuz oranına ait varyans analiz sonuçları 55
Çizelge 4.11 Yozgat çanak peyniri örneklerinin pH değerleri 58
Çizelge 4.12 pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları 58
Çizelge 4.13 Yozgat çanak peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 59
Çizelge 4.14 Titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları 60
Çizelge 4.15 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam protein değerleri 62
Çizelge 4.16 Toplam protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları 62
Çizelge 4.17 Yozgat çanak peynir örneklerinin koliform grup bakteri sayıları 63
Çizelge 4.18 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayıları 64
Çizelge 4.19 Toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları 65
Çizelge 4.20 Yozgat çanak peynir örneklerinin Maya ve küf grup mikroorganizma sayıları 66
Çizelge 4.21 Maya ve küf grup mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları 66
Çizelge 4.22 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam azot değerleri 69
Çizelge 4.23 Toplam azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları 69
Çizelge 4.24 Yozgat çanak peynir örneklerinin suda çözünebilen azot değerleri 71
Çizelge 4.25 Suda çözünebilen azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları 72
Çizelge 4.26 Yozgat çanak peynir örneklerinin olgunlaşma indeksi 74
Çizelge 4.27 Olgunlaşma indeksi'ne ait varyans analiz sonuçları 74

Çizelge 4.28 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam serbest amino asit değerleri 77
Çizelge 4.29 Toplam serbest amino asitler değerlerine ait varyans analiz sonuçları 77
Çizelge 4.30 Yozgat çanak peynirlerinin serbest yağ asitleri içeriğinin molekül büyüklüğüne göre dağılımı 79
Çizelge 4.31 Yozgat çanak peyniri örneklerinde kısa ve orta zincirli yağ asitleri içeriği 81
Çizelge 4.32 Yozgat çanak peyniri örneklerinde uzun zincirli yağ asitleri içeriği..... 86
Çizelge 4.33 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen profili 89
Çizelge 4.34 Yozgat çanak peynir örneklerinin koku puanları 102
Çizelge 4.35 Koku puanına ait varyans analiz sonuçları 102
Çizelge 4.36 Yozgat çanak peynir örneklerinin tat puanları 104
Çizelge 4.37 Tat puanları'na ait varyans analiz sonuçları..... 104
Çizelge 4.38 Yozgat çanak peynir örneklerinin görünüş puanları 106
Çizelge 4.39 Görünüş puanları'na ait varyans analiz sonuçları..... 106
Çizelge 4.40 Yozgat çanak peynir örneklerinin yapı-tekstür puanları 107
Çizelge 4.41 Yapı-tekstür puanları'na ait varyans analiz sonuçları 107
Çizelge 4.42 Yozgat çanak peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları 109
Çizelge 4.43 Genel kabul edilebilirlik puanları'na ait varyans analiz sonuçları..... 109
Çizelge 4.44 Yozgat çanak peynirinin biyokimyasal özellikleri..... 111
Çizelge 4.45 Temin edilen çanak peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri..... 115
Çizelge 4.46 Yozgat çanak peyniri örneklerinde serbest yağ asitleri içeriği..... 116
Çizelge 4.47 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen içeriği 120
Çizelge 4.48 Yozgat çanak peyniri örneklerinin duyusal değerlendirmelerdeki puanları 122

1. GİRİŞ

Peynir üretiminin tarihsel gelişimi oldukça eski zamanlara dayanmaktadır. Yaklaşık 8.000 - 10.000 yıl önce, "Bereketli Hilâl" bölgesinde insanoğlu ruminant hayvanları evcilleştirmeye başlamıştır (Kindstedt, 2012). Bu evcilleştirmenin doğal bir sonucu olarak insanoğlu süt ve fermente süt ürünlerini öncelikle keşfetmiştir. Peynir üretimi ise, yazılı tarih kaynaklarına göre M.Ö. 8.000 - 3.000 yılları arasındaki dönemde başlamıştır. Antik çağda erken dönem insanlarının küçükbaş hayvan derileri ve iç organlarında (işkembe, şirden gibi) bu hayvanlardan sağlanan süt ve et gibi gıdaları saklamak amacıyla kullanıldığı ve bu esnada hayvan midesinde bulunan pıhtılaştırıcı bir enzim olan rennin enzimi ile sütün pıhtılaşması sonucu peynirin tesadüfen oluştuğu düşünülmektedir (Johnson, 2001, Hayaloğlu ve Özer 2011). Bazı kaynaklarda ise sütün peynire dönüşümü, tuluk içinde sütün taşınması sırasında, sıcaklıkla birlikte asitliğinin gelişmesi ve çalkalanmasıyla pıhtının suyundan ayrılması ve bu süre içinde gerçekleşen çeşitli dönüşümler sonucu oluştuğu bildirilmektedir (Kindstedt 2012).

Yüzyıllar sonrasında, pıhtılaştırıcı enzimlerin keşfi, tarım keşfinden bu yana kadar insan beslemesinde en önemli devrimlerden birisi olmuştur.-M.S. 1. yüzyılda pıhtılaşmış sütün daha uzun süre dayanabilen bir ürüne dönüştürmek için baskı ve tuzlama işlemlerinin keşfedilmesi ve uygulanması peynir üretiminin temelini oluşturmuştur.

Öte yandan, peynir mayası ile pıhtılaştırılmış süt pıhtısı daha uzun süre korunabilen süt formlarından birisi olmasının yanı sıra daha viskoz ve aromatik olması peynir üretiminde sütün pıhtılaşmasını temel mekanizma haline getirmiştir. Günümüzde üretilen peynirlerin çoğu bu mekanizma ile üretilmekte olup, dünya peynir üretiminin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır (Fox 2017).

Dünyada farklı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal niteliklere sahip çok sayıda peynir çeşidi bulunmaktadır. Küresel peynir üretimi 2022 verilerine göre 21.99 milyon ton olup, son 10 yıl içerisinde, yaklaşık %2 oranında artış göstermiştir (USDA 2023). Türkiye'de ise peynir üretimi, 2023 yılında bir önceki yıla göre %8.84 oranında artarak yaklaşık 771.067 ton/yıl olarak gerçekleştirilmiştir (TÜİK 2023).

Son dönemlerde, tüketicilerin geleneksel ve yöresel gıda ürünlerine özellikle peynir çeşitlerine yönelik ilgisi artmaktadır. Geleneksel peynirler, kültürel mirasın önemli bir parçası olup genellikle nesilden nesile aktarılan yöntemlerle üretilmekte ve sadece karakteristik peynir özelliklerini korumakla kalmayıp aynı zamanda üretildikleri bölgenin tarihi ve kültürel kimliğiyle de güçlü bir bağ kurmaktadırlar.

Türkiye'de geleneksel peynirlerin korunması ve tanıtılması, yerel ve ulusal girişimlerin desteğiyle büyük bir kültürel öneme sahiptir. Bu nedenle, Avrupa'nın "Korunmuş Menşe Tanımı" (Protected Designation Origin, PDO) sistemine benzer şekilde, bu peynirler için Coğrafi İşaret (GI) statüsü elde etme yönünde artan bir gayret bulunmaktadır. Coğrafi İşaret, geleneksel peynirlerin özgünlüğünü koruyarak, bu ürünlerin kendi bölgelerinde, geleneksel yöntemlerle üretilmesini sağlar. Bu girişimler, geleneksel ürünleri endüstriyel üretim alternatiflerinden ayırarak onların benzersiz niteliklerini ve kültürel miraslarını ön plana çıkarır.

Yozgat ili, Türk mutfağının çeşitliliğini ve zenginliğini sergileyen ve özenle korumaya çalışan illerden biridir. Bu bağlamda, bölgenin en tanınmış peynirlerinden biri olan çanak peyniri, 2017 yılında coğrafi işaret tescili alarak öne çıkmıştır (Anonim 2018, Oğan ve Çelik 2023).

Toprak altında olgunlaştırılan peynirlerden biri olan Yozgat çanak peyniri, inek ya da koyun çiğ sütü (veya her ikisinin karışımı) kullanılarak üretilmekte olup, zengin ve kendine özgü bir lezzet ve dokuya sahiptir. Yozgat çanak peynirinin tarihi nesillere dayanmakta olup, Sarıkaya, Boğazlayan, Sorgun, Şefaatli, Çayıralan ve Yerköy gibi birçok ilçede aileler tarafından geleneksel yöntemlerle üretilmektedir. Son zamanlarda ise birkaç süt fabrikasında da üretilmeye başlanmıştır (Kamber ve Terzi 2007). Çanak peynirinin geleneksel üretimi, temel olarak pıhtılaşma, süzme, tuzlama ve olgunlaştırmayı içermektedir. Ancak çanak peynirini benzer diğer peynirlerden ayırt eden özelliği "çanak" olarak adlandırılan özel kil kaplarda elde edilen taze peynirin olgunlaştırılması sürecidir. Bu kaplar bir nevi mühürlenip ağzı özel bir yöntemle kapatılarak kuma gömülü bir şekilde serin bir yerde bekletilerek aylarca olgunlaşan

peynirlerin kendine özgü tadını ve dokusunu kazanması sağlanmaktadır. Ancak üretiminde çiğ süt kullanımı bazı zorlukları da doğurmaktadır.

Çiğ sütten üretilen peynirler, son yıllarda "yüksek riskli" gıdalar altında sınıflandırılmıştır. Türk mevzuatı, çiğ sütten veya termizasyon uygulanmış sütten üretilen peynirlerin en az 120 gün olgunlaştırılmadıkça tüketimini yasaklamaktadır (Türk Gıda Kodeksi 2015/6 sayılı Peynir Tebliği). Yüz yirmi günden az sürede olgunlaştırılan peynirlerde, mikrobiyolojik güvenliğin sağlaması amacıyla pastörize sütten üretim zorunluluğu bulunmaktadır.

Pastörizasyon, mikrobiyolojik güvenliği artırmak ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak için sütün işlenmesi sırasında süt ve ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir ısıl işlem yöntemidir. Örneğin, 72-75 °C'de 15 saniye (yüksek sıcaklık kısa süre; HTST) veya 63-65 °C'de 30 dakika (düşük sıcaklık uzun süre; LTLT) pastörizasyon uygulaması, Shiga toksin üreten *Escherichia coli* (STEC) ve *Listeria monocytogenes* dahil olmak üzere patojenleri ortadan kaldırmak/yok etmek için kullanılır. Bu patojenler, bazı peynirlerin olgunlaşma süreci sırasında çoğalma veya hayatta kalma kapasiteleri nedeniyle çiğ süt peynirlerinde özellikle yüksek riskli patojenler olarak tanımlanmıştır (Farrokh vd. 2013, Donnelly 2016). Peynir üretiminde yararlanılan ısıl işlem uygulamalarından biri olan termizasyon, süte 57-68 ˚C aralığında 5-20 saniye süresince uygulanan daha düşük düzeyde bir ısıl işlemdir ve esas olarak vejetatif psikrotrofların (ısıya dayanıklı lipazlar ve proteinazlar üretenler) çoğunlukla inhibe edildiği ve çiğ sütün özelliklerinin büyük oranda korunduğu bir ısıl işlem uygulamasıdır (Lindsey vd. 2021). Ancak mikrobiyel güvenliği garanti altına almamaktadır.

Isıl işlemin peynir üretiminde mikrobiyal açıdan sağlık risklerini azaltmanın yanı sıra, süt serum proteinlerinin denatürasyonuna yol açarak κ-kazein ile oluşturduğu kompleks sonucu peynir kitlesinde tutulan nem oranını artırdığından peynir verimi üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir (Singh ve Waungana 2001). Bu durum, üretim sürecinde öngörülebilirlik ve kontrol edilebilirlik sağlayarak endüstriyel peynir üreticilerinin ürün kaybını azaltmalarına ve verimliliği en üst düzeye çıkarmalarına olanak tanımaktadır (West 2008).

Peynir üretiminde çiğ sütün ısıl işleme tabi tutulmasına ek olarak, peynir pıhtısının ısıtılmasının da Emmental, Gruyére ve Parmesan gibi çeşitli yabancı tip peynir türlerinin üretiminde oldukça önemli faydaları bulunmaktadır. Pıhtıya uygulanan ısıl işlem, pıhtının nem oranını ayarlamaya olanak tanıyarak uygun nem içeriği ve yüksek kaliteli ürünler elde edilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır (Fox vd. 2017). Türkiye'de çoğunlukla üretildiği bölgeye göre adlandırılan birçok geleneksel peynirde (örneğin Malatya, Urfa, Antep ve Sivas), mikrobiyal gelişimi azaltmak için alternatif bir uygulama olarak taze peynir peynir altı suyunda ısıtılmaktadır (Hayaloğlu vd. 2010, Özer vd. 2003). Standart bir ısıtma sıcaklığı olmamasına rağmen (Güler vd. 2021) bu tekniğin kalan peynir altı suyunun uzaklaşması (sinerez), yağ ve proteinin peynir altı suyu ile kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla peynir verimi ve tekstürü üzerinde önemli etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Hayaloğlu vd. 2008). Ayrıca, pıhtının ısıtılması, pıhtıda kalan rennet enziminin uzaklaştırılması ve doğal mikrobiyal florayı etkisiz hale getirirken, peynirin olgunlaşmasında önemli rol oynayan lipoprotein lipaz (LPL) gibi enzimlerin de denatürasyonuna neden olabilmektedir (Costabel vd. 2015, Kaminarides vd. 2015). Bu durum, peynirin yapısında bozulmalara yol açabilmektedir (Fox vd. 2017).

Isıl işlemin peynir üretimi üzerindeki etkileri birçok peynir türü için detaylı bir şekilde incelenmiş ve yayınlanmış olmasına rağmen, geleneksel olarak çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peyniri üzerindeki özel etkisi henüz araştırılmamıştır. Mevcut sınırlı araştırmalar yalnızca peynirin bileşimine ve bazı biyokimyasal ve duyusal özelliklerine odaklanmış olup, Yozgat çanak peynirinin eşsiz niteliklerinin anlaşılmasında önemli bir boşluk bırakmıştır. Dolayısıyla planlanmış olan bu çalışmada, çiğ süte ve çiğ sütten elde edilen peynir pıhtısına ısıl işlem uygulamasının 270 günlük (9 ay) olgunlaşma süresince Yozgat çanak peyniri örneklerinin bazı özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda direkt olarak çiğ sütten, 65 ºC'de 30 dk pastörizasyon uygulanmış sütten üretilen iki adet peynir örneği ile çiğ sütten üretilen peynir pıhtısına 65 ºC'de 10 dk süreyle ısıl işlem uygulanması sonrasında elde edilmiş olan toplamda 3 farklı Yozgat çanak peyniri örnekleri olgunlaştırma süresince depolanarak olgunlaşmanın 1. 90. 180. ve 270. günlerinde kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, Yozgat' ta yerel üreticiler tarafından üretilmiş olan 5 adet çanak peyniri örneği alınarak çalışmada üretilen deneme peynirleri ile karşılaştırmalı olarak

değerlendirmeler yapılmıştır. Bu tez çalışmasının hedefleri ve aşamalar aşağıda sıralanmıştır;

- Yöntem bölümünde belirtildiği şekilde Yozgat çanak peynirinin üretimi,
- Üretilen deneme peynirlerinin kontrollü koşullarda 270 gün süreyle olgunlaştırılması,
- Deneme peynirlerinde ısıl işlemin peynirlerin kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik, uçucu bileşenlerinin ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Olgunlaşma süresinin peynirlerin kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik, uçucu bileşenlerinin ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Yozgat'tan temin edilen geleneksel çanak peyniri örneklerinin kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik, duyusal özellikleri ve uçucu bileşenleri yönünden değerlendirilmesi ve deneme peynirleri ile karşılaştırılması,

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Peynir, süt proteinlerinin, özellikle kazeinin, enzimatik, asidik ve/veya asit-sıcaklık etkisiyle koagülasyonu yoluyla elde edilen fermente bir süt ürünüdür. Elde edilen pıhtı kesme, karıştırma, haşlama, peynir altı suyu süzdürme ve/veya presleme gibi nem içeriğinin azaltmasına yönelik çeşitli yöntemlerin kullanımı ile istenilen kuru madde içeriğinin artıırlması, peynirin farklı dokulara aromalara ve bileşimlere sahip olmasını sağlamaktadır (Fox vd. 2017). Peynir, evcilleştirilmiş veya yarı evcilleştirilmiş hayvanlardan elde edilen her türlü sütten üretilebilmekte ise de, genellikle inek, keçi, koyun ve manda sütü kullanılmaktadır (Faccia vd. 2020).

Peynir, protein, kalsiyum, yağ ve çeşitli vitaminler ile mineraller gibi besin öğeleri bakımından zengin bir kaynak olup, antik çağlardan bu yana insan beslenmesinin önemli bir parçası olmuştur (McSweeney vd. 2004). Antik Yunan'da peynir, olimpiyat sporcularının temel gıdası olarak kullanılmıştır (Grivetti ve Applegate 1997). M.Ö. 6. yüzyıla kadar Etruria bölgesinde yaşamış Etrüskler peynir yapımını öğrendikleri ve tam yağlı koyun ve keçi sütünden yapılan peynirleri tercih ettikleri kaynaklardan anlaşılmaktadır (Alcock 2000). Orta Çağ ve erken modern dönemlerinde peynir, Kuzey Avrupa'da düşük sosyo ekonomik sınıfların ana besin kaynağı olduğu ve sıkça takas sisteminde kullanıldığı belirtilmektedir. Peynirin kolayca saklanabilmesi ve taşınabilmesi, onu özellikle tarım işçileri için güvenilir bir besin kaynağı haline getirmiştir (Kindstedt 2012). Ayrıca, peynir ve ekmeğin köylülerin beslenmesindetemel bir gıda olduğunu zor zamanlarda ve kıtlık dönemlerinde genellikle tek besin kaynağı olarak kullanıldığını literatür göstermektedir (Montanari 2010).

18. ve 19. yüzyıllarda sanayileşme ve sütçülük tekniklerindeki gelişmeler daha standart ve yaygın peynir üretimini mümkün kılmıştır. Sütün soğutulması ve ısıl işlem görmesi peynirin daha verimli taşınmasını ve saklanmasını sağlamış, böylece peynirin popülaritesi artmıştır (Johnson vd. 2017). Bu dönemde, peynir temel bir gıda maddesi olmaktan çıkarak, farklı sosyal sınıfların kolayca erişebildiği bir ürün haline gelmiştir.

Günümüzde farklı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal niteliklere sahip çok sayıda peynir çeşidi bulunmaktadır. Literatürde küresel ölçekte kesin bir peynir sınıflandırması bulunmamaktadır. Peynir çeşitliliği, sütün kaynağı, üretim teknikleri, bölgesel gelenekler, olgunlaşma süreçleri ve üretimdeki yenilikler gibi faktörlere bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Donnelly ve Kehler 2016). Sandine ve Elliker (1970), 1000'den fazla peynir çeşidini sınıflandırmıştır. Burkhalter (1981) 510 peynir çeşidi belirtirken, Harbut (2009) 750 tür peynir çeşidini sınıflandırmıştır (Fox vd. 2017). Peynir çeşitlerinin küresel gelişimi, bu ürünü temel bir ihtiyaçtan sofistike ve arzu edilen bir gıda maddesi haline getirmiştir. Fransa, İtalya ve İsviçre gibi ülkeler, farklı peynir türlerinde uzmanlaşmış ve belirli peynir çeşitlerini kültür ve gastronomi ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca, gıda kültürünün küreselleşmesi peynirin geleneksel bölgesinin ötesine geçmesini sağlamış Afrika, Asya ve Latin Amerika ülkelerinde peyniri popüler hale getirmiştir. Son 10 yılda, dünya peynir üretimi istikrarlı bir şekilde artış göstermiş, yıllık ortalama %0.2'lik bir büyüme oranı kaydedilmiştir. 2014 yılında yaklaşık 20.77 milyon metrik ton olan küresel peynir üretimi, 2023 yılında 22.2 milyon metrik tona ulaşmıştır (USDA 2024).

Dünya peynir üretimine önemli katkı sağlayan başlıca ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Fransa, Almanya, İtalya ve Rusya bulunmaktadır. 2023 yılında Avrupa Birliği Ülkeleri 10.4 milyon metrik ton peynir üretirken, ABD'de 6.45 milyon metrik ton üretim gerçekleştirmiştir (USDA, 2024). Türkiye, Avrupa ile karşılaştırıldığında daha küçük bir üretici olmasına rağmen hem yerel tüketim hem de geleneksel ve geleneksel peynirlerin ihracatına olan ilgi sayesinde peynir üretimi ve ihracatında önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Geleneksel peynirlerin büyüme oranına ilişkin veriler sınırlı olsa da, Türkiye'deki genel peynir pazarının 2025 ile 2029 yılları arasında %2.38 oranında büyümesi ve 2029 yılına kadar pazar hacminin yaklaşık 62.82 milyon ABD dolarına ulaşması bekleniyor (Statista 2024). Söz konusu büyüme, büyük ölçüde yerel talep ve turizm sektörü tarafından desteklenmektedir. Özellikle şehirlerdeki tüketiciler yerel olarak üretilen geleneksel peynirlere ilgileri giderek artmaktadırBu eğilim, organik ve geleneksel olarak üretilen gıda maddelerine yönelik küresel harekete paralel olarak gelişmektedir. Ayrıca, yerel tarımsal yöntemleri ve geleneksel üretim tekniklerini sergileyen bölgesel peynirler için artan bir tanınırlık söz konusudur.

2.1 Yozgat Çanak Peynirinin Ekonomik ve Kültürel Önemi

Yozgat, Orta Anadolu'da yer alan ve belirgin şekilde zengin yerel yemek geleneklerine sahip bir ildir. Tarım, yıllardır bölge ekonomisinin temel taşlarından biri olmuş, arazisinin yaklaşık %58'i hayvancılık, süt üretimi ve bitkisel üretim gibi tarımsal faaliyetlere ayrılmıştır (Ergen 2016, Erbaş 2024). Nüfusunun %56.52'si tarımla uğraşmakta olup (Ermetin ve Can 2022), Türkiye'nin toplam tarım arazisinin %2.56'sı Yozgat'ta bulunmaktadır (Erbaş 2021). Bu nedenle Yozgat ili, Türkiye'nin tarım sektörüne önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak bölgenin tarımsal yapısı, genellikle plato ve engebeli dağlık alanlarda yoğunlaşmış küçük ölçekli çiftliklerle karakterize edilmektedir (Ermetin ve Can 2022). Bu durum, çiftçileri niş gıda üretimine yönelmeye zorlamıştır. Süt üretimi, Yozgat'ın hayvancılık sektörünün önemli bir parçasıdır. Bölgede 245.825'in üzerinde büyükbaş hayvan bulunmakta olup, bu Türkiye genelindeki toplam büyükbaş hayvan varlığının %1.34'ünü oluşturmaktadır (TÜİK 2020). Ayrıca yaklaşık 262.240 ton süt üreten işletmeyi barındırmaktadır.

Yozgat ilinde peynir üretimi, hem kültürel hem de ekonomik açıdan yerel süt endüstrisinin önemli bir unsurudur. Pek çok işletme, zengin bir mirası yansıtan geleneksel peynir yapım yöntemlerini kullanmaya devam etmekte ve Türkiye genelinde de ilgi gören bir peynir üretmektedir. Peynirin hem yerel hem de ulusal düzeyde yüksek talep görmesi, Yozgat ilindeki peynir üreticileri için güçlü bir pazar oluşturarak süt üretim uygulamalarının finansal kısıtlamaları ve altyapı ihtiyaçlarına rağmen devam etmesini sağlamaktadır. Yozgat'ta süt sığırlarından elde edilen sütlerin kalitesi, yerel beslenme yöntemleri ve geleneksel bakım uygulamaları sayesinde sıklıkla kendine özgü bir lezzet ve kaliteye sahip olarak değerlendirilmektedir. Bu kalite, Yozgat'ın Türkiye süt ürünleri pazarındaki itibarını güçlendirmekte ve süt üreticilerinin ilin tarım ve ekonomisindeki önemini vurgulamaktadır. Ayrıca hükümet, üreticileri desteklemek amacıyla çeşitli teşvikler sağlamış ve son yıllarda güvenli süt üretim yöntemleri ile daha iyi yapılanmış tesislerin geliştirilmesini teşvik etmiştir (Erbaş 2024). Bununla birlikte, süt sığırcılığı yetiştiricilerinin yetersiz bilgi birikimi nedeniyle besleme ve bakım konularında hala pek çok eksiklik bulunmaktadır. Ermetin ve Can (2022), bölgedeki süt işletmeleri ve sosyo-ekonomik yapıya ilişkin kapsamlı veriler sunmuştur. Yozgat'ın 14 ilçesinde incelenen 160

süt işletmesinden elde edilen verilere göre, işletmelerin yalnızca %36.87'si tam kapasite ile çalışmaktadır. Orta ve küçük ölçekli işletmelerin büyük çoğunluğu (96 işletme), genellikle yetersiz avlu alanlarına, küçük barınaklara ve yetersiz havalandırma sistemlerine sahip geleneksel yapıları kullanmaktadır. Bu durum, hayvan refahı açısından uygun olmayan koşullara yol açmaktadır (Ermetin ve Can 2022). Bu zorluklara rağmen, süt üretimi, özellikle peynir üretimi, bölge için hayati bir sektör olmaya devam etmektedir. Peynirin hem yerel hem de ulusal düzeydeki güçlü talebi, süt çiftçilerini desteklemekte ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

Son yıllarda, Türkiye genelinde bölgesel ve geleneksel peynir çeşitlerine olan ilginin artmasıyla birlikte Yozgat çanak peyniri'nin popülaritesi de önemli ölçüde artmıştır. Coğrafi işaret koruması, bu peynirin tanıtımını ve pazarlanabilirliğini büyük ölçüde artırmış, yasal koruma sağlayarak karakteristik bölgesel kimliğini öne çıkarmıştır. Yozgat çanak peyniri, beyaz rengi (Kırdar ve Köse 2022) ve homojen granüllü ya da yarı sert yapısıyla karakterize edilir. Bu özellikler, kullanılan süt türüne ve olgunlaşma süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kırdar ve Köse 2022, Kamber ve Terzi 2007). Peynirin çanaklarda gerçekleştirilen olgunlaşma süreci lezzet yoğunluğunu artırarak kendine özgü bir tat ve doku kazanmasını sağlamaktadır. Kullanılan sütün türü tamamen üreticinin tercihine bağlıdır ve bu nedenle peynir, inek sütü, koyun sütü veya her ikisinin karışımından üretilebilmektedir. Yozgat çanak peyniri için standartlaştırılmış üretim yöntemlerinin olmaması, peynirin geleneksel uygulamalara dayalı olarak üreticiden üreticiye farklılık sergilemesinden kaynaklanmaktadır. Türkiye'deki birçok geleneksel peynirde olduğu gibi çanak peyniri de genellikle küçük, yerel işletmelerde veya aile ölçeğinde, nesiller boyunca korunmuş tekniklerle üretilmektedir. Coğrafi işaret korumasına rağmen, üretim süreci için düzenleyici ve net bir kılavuzun bulunmaması uygulamaların standart yöntemlerden ziyade bireysel veya bölgesel tercihlere göre uyarlanmasına yol açmaktadır.

2.2 Yozgat Çanak Peyniri Geleneksel Üretimi

Daha önce belirtildiği gibi Yozgat çanak peyniri üretimi, yerel bilgiye ve basit araçlara dayanan geleneksel, bir yöntemle gerçekleştirilmektedir. Taze, çiğ süt, önce bakır veya

plastik bir kaba alınır ve "süzek" adı verilen ince bir bezden süzülerek kaba pisliklerinden arındırılır. Endüstriyel peynirlerin aksine Yozgat çanak peyniri üretiminde ısıl işlem uygulanmadığı için fermantasyon yeni sağılmış sütün doğal sıcaklığında başlatılmakta eğer çiğ süt soğursa uygun fermantasyon sıcaklığına ulaşması için yeniden ısıtılmaktadır. Sıcaklık, serçe parmağın süte batırılmasıyla kontrol edilmektedir (Oğan ve Çelik 2023). Mayalama için, her 30 kg süt için çeyrek çay bardağı kadar (Kırdar ve Köse 2022) veya "her bir teneke süt için bir çay kaşığı maya" (Kamber ve Terzi 2007) oranında şirden mayası eklenir ve süt yavaşça karıştırılır. Maya eklendikten sonra, sütün üzeri sıcaklığın korunmasına yardımcı olmak için kalın bezlerle örtülür (32-35 °C). Genellikle pıhtı yaklaşık 60-90 dakika içinde oluşur. Ardından kepçe ile büyük parçalara ayrılır ve 15-20 dakika dinlendirilir. Pıhtı daha sonra bez torbalara aktarılır ve son süzme aşamasından önce 1-2 saat boyunca yüksek bir yere asılır. Daha sonra, torbalar serin bir ortamda ahşap veya taş bir yüzeye yerleştirilir üzerine ağırlıklar konur ve 10-12 saat boyunca baskı altında bırakılır. Her 1 kg peynir için 10 kg (Kırdar ve Köse 2022) veya 3-5 kg (Kamber ve Terzi 2007) ağırlık uygulanır. Eğer elde edilen peynir randımanı yetersizse, sıkıştırılmış pıhtı tuzlanır, kuru bezlere sarılır ve daha fazla pıhtı oluşana kadar serin bir yerde yeniden baskıya alınır. İstenen miktarda pıhtıya ulaşıldığında, peynir geniş bir kaba aktarılır, bıçakla küçük parçalara ayrılarak, elle ufalanır ve tuzlanır. Tuzlanmış peynir, hava alabilir bez torbalara doldurularak sıkıca kapatılır ve üzerinde bir taş yerleştirilerek serin bir ortamda (12-16 °C) bekletilir. Baskı işlemi, peynir tamamen kuruyana kadar 2-7 gün devam eder. Kuruyan peynir, tekrar bir kaba alınır, elle ufalanır ve yeniden tuzlanır. Tuz miktarı, hafif tuzlu bir tat elde edilmesi için dikkatlice kontrol edilir. Peynir, ardından "çanak" adı verilen büyük bir kaba katmanlar halinde yerleştirilir ve hava boşluklarının oluşmamasına özen gösterilir. Çanak dolduğunda, peynirin üzerine biraz tuz serpilir, kuru bir bezle sıkıca kapatılır, ters çevrilir ve ahşap ya da taş bir yüzeye yerleştirilerek 2-3 gün bekletilir. Bu süreçte bez her nemlendiğinde değiştirilir. Bazı üreticiler, çanağın ağzına kurutulmuş asma yaprakları yerleştirerek daha iyi bir izolasyon sağlamakta ve bu yaprakların üzerine kil veya un karışımıyla hazırlanan bir mühürleme hamuru uygulamaktadır. Son aşamada çanaklar kısmen ya da tamamen kuma gömülerek 3 ila 6 ay boyunca olgunlaştırılır. Olgunlaştırma, genellikle serin ve hafif nemli bir ortamda, çanağın doğrudan toprağa veya kum dolu bir alana gömülmesiyle gerçekleştirilir. Geleneksel olarak peynir üretimi yaz aylarında (Haziran, Temmuz veya Ağustos) yapılır

ve kış tüketimine hazır olması için gömülerek olgunlaştırılır (Kamber ve Terzi 2007, Kırdar ve Kurşun 2011, Kırdar ve Köse 2022).

Yukarıda açıklanan geleneksel yöntemde, üretim ve depolama aşamaları üreticiler arasında farklılık sergileyebilmektedir. Depolama veya olgunlaşma sırasında sıcaklık ve bağıl nemin yeterince kontrol edilmemesi ve olgunlaşma süresindeki farklılıklar nedeniyle nihai ürün kalitesinde değişikliklere yol açmaktadır (Ramirez vd. 2021, Güzeler vd. 2023). Geleneksel Yozgat çanak peynirinin üretiminden kaynaklanan bu farklılıklar, bilimsel araştırmaları zorlaştırmakta ve tutarlı sonuçlar elde edilmesini güçleştirmektedir. Bunun sonucunda, araştırma kurumları ve fon sağlayıcılar, spesifik peynir çeşitlerinin incelenmesine daha az ilgi göstermektedir. Özellikle kaşar ve beyaz peynir gibi daha büyük endüstriyel potansiyele ve bilimsel etkiye sahip standartlaşmış peynirlerle karşılaştırıldığında bu durum daha belirgindir.

Yozgat çanak peyniri ile ilgili araştırmalar literatürde oldukça sınırlı olup üretim parametreleri esas alınarak peynir üretimi ve buna bağlı nitelikleri incelendiği çalışma bulunmamaktadır. Söz konusu çalışmalar genellikle peynirin kimyasal bileşimi, geleneksel üretim süreci, olgunlaşma koşulları ve gastronomi turizmi açısından değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Yozgat çanak peyniri üzerine ilk araştırma, 1984 yılında Akyüz ve Gülümser tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Yozgat çanak peynirinin üretim süreci, bileşimi ve olgunlaşma özellikleri incelenmiştir. Yerel üreticilerden temin edilen 12 Yozgat çanak peyniri kimyasal bileşim açısından analiz edilmiştir. Yozgat çanak peynirinde %28.51 su, %51.49 kurumadde, %13.56 yağ ve %26.61 protein belirlenmiştir. Ayrıca toplam azot oranı %4.16 ve asitlik oranı %1.62 olarak tespit edilmiştir. Çanak peyniri örneklerinde protein, toplam azot ve suda çözünebilir azot içeriklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma, bölgesel olarak üretilen bu peynirin kimyasal bileşimi ve kalite özellikleri hakkında değerli başlangıç bilgileri sağlamış olmasına karşın peynirin güvenliği, raf ömrü ve tat özelliklerini üzerine önemli bir etkisi olan mikrobiyolojik nitelikleri bakımından incelenmemiştir.

Kırdar ve Kurşun (2011) ise, Yozgat çanak peyniri'nin mikrobiyolojik özelliklerini ve Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne uygunluğunu incelemiştir. Çeşitli

üreticilerden alınan 35 örnekten yalnızca 15'inin Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğu tespit edilmiştir. Faydalı mikrofloranın yanı sıra, örneklerin %68.5'inde koagülaz pozitif stafilokoklar (KPS) ve %28.5'inde *E. coli* tespit edilmiştir. Bu sonuçlar peynir örneklerinin halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceğini göstermektedir.

"Türkiye'nin Geleneksel Peynirleri: Orta Anadolu Bölgesi" başlıklı çalışmada Kamber ve Terzi (2007), Yozgat çanak peyniri'nin kökenini, geleneksel üretim yöntemlerini ve kültürel önemini detaylı bir şekilde ele almışlardır. Çalışmada, geleneksel üretim tekniklerinin ve çevresel faktörlerin peynirin duyusal özelliklerini nasıl etkilediği vurgulanmıştır. Ayrıca, geleneksel peynir yapım uygulamalarının korunmasının Türkiye'nin kültürel ve gastronomik kimliğinin önemli bir unsuru olduğunu belirtmiştir.

Yozgat çanak peyniri örneklerinde kül ve mineral içerikleri üzerinde mevsimsel değişimlerin etkisini incelendiği bir başka çalışmada, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe) ve manganez (Mn) içeriklerinin hayvanların yıl boyunca değişen beslenme düzenlerinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur (Kırdar vd.2013). Süt hayvanlarının ilkbahar ve yaz aylarında taze meralarda otladığı dönemlerde süt ve dolayısıyla peynirdeki mineral içeriği, sonbahar ve kış aylarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma, mevsimsel beslenme düzenlerinin Yozgat çanak peynirinin besin değeri üzerindeki önemini vurgulamıştır.

Kırdar ve Köse (2022) tarafından yapılan bir başka çalışmada, Yozgat çanak peyniri'nin olgunlaşma sürecinde meydana gelen biyokimyasal değişiklikler incelenmiştir. Araştırmada özellikle proteoliz ve lipoliz süreçlerine odaklanılmış ve bu süreçlerin peynirin lezzetini, dokusunu ve genel kalitesini nasıl etkilediği anlaşılmaya çalışılmıştır. Çalışma, toprağa gömülerek gerçekleştirilen olgunlaşma sırasında proteoliz ve lipoliz süreçlerinin önemli ölçüde gerçekleştiğini ve benzersiz tatlar ile karakteristik dokunun gelişimine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Bu bulgular, geleneksel üretim ve olgunlaştırma tekniklerinin Yozgat çanak peynirinin kalitesini ve duyusal özelliklerini belirlemedeki önemini vurgulamaktadır (Kırdar ve Köse 2022).

Oğan ve Çelik (2023), Yozgat çanak peynirinin geleneksel üretim yöntemini ve karakteristik olgunlaşma sürecini açıklamıştır. Ayrıca, bu peynirin kültürel miras ve tüketim alışkanlıklarına odaklanarak, Yozgat çanak peynirini hem yerel hem de ulusal gastronomik potansiyel taşıyan bir zanaatkâr süt ürünü olarak konumlandırmıştır.

Mevcut araştırmalar, Yozgat çanak peynirinin geleneksel üretim yöntemleri, kültürel önemi ve bazı bileşim unsurlarına dair temel bilgiler sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmalar peynirin olgunlaşma süreçlerinin bilimsel ve teknolojik yönleriyle ilgili bazı önemli boşlukları ortaya koymaktadır. Kırdar ve Köse (2022), proteoliz ve lipolizin bazı yönlerini incelemiş olsa da, olgunlaşma sürecindeki gelişim ve değişimin daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Yozgat çanak peynirinin geleneksel üretim yöntemi tescil edilmiş olmasına rağmen, Yozgat ili ve çevresinde bölgeye ve geleneklere göre farklılık sergilemektedir. Yozgat çanak peynirinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik niteliklerini ortaya koyan sınırlı sayıdaki bu çalışmalar aynı zamanda üretim yönteminin standart olmadığının da bir göstergesidir. Üretim yönteminin tutarlılığını artıracak ve nihai ürünün özgünlüğünü koruyacak şekilde nasıl standartlaştırılabileceği üzerine araştırma bulunmamaktadır. Özellikle yapılan çalışmalarda mikrobiyolojik açıdan peynirlerin kalite niteliklerinin zayıf olduğu anlaşılmaktadır. Bunun sonucu olarak çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peyniri, uygun koşullarda üretilmediğinde potansiyel sağlık riskleri taşımaktadır. Yozgat çanak peynirinin karakteristik özelliklerinin korunarak, mikrobiyolojik açıdan güvenliğini sağlamak üzere üretim parametrelerinde ek çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu amaçla ısıl işlem tekniği ve normunun bu tez çalışması kapsamında incelenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle öncelikle ısıl işlemin peynir üretimde etkileri aşağıda açıklanmıştır.

2.3 Peynir Üretiminde Isıl İşlemin Etkileri

Isıl işlem, süt ve süt ürünlerinde gıda güvenliğini sağlamak, istenmeyen mikroflorayı yok etmek veya azaltmak ve ürün kalitesini artırmak amacıyla belirli sıcaklık ve sürelerde uygulanan kontrollü bir ısıl işlemdir.

Peynir endüstrisinde, ısıl işlem halk sağlığının korunmasının yanı sıra, raf ömrünün uzatılması ve peynirin fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesi açısından son derece büyük öneme sahiptir. Peynir teknolojisinde en yaygın kullanılan ısıl işlem uygulamaları; termizasyon, pastörizasyon, ve yüksek sıcaklık uygulamalarıdır. Isıl işlemler peynirde pıhtı oluşumu, serum proteinlerinin ayrılması ve olgunlaşma potansiyeli gibi peynir yapım süreci üzerinde önemli etkileri vardır. Çiğ sütün peynir üretimindeki kullanımı ile ilgili tartışmalar, gıda güvenliği endişeleri ile geleneksel peynir yapım uygulamalarının ve benzersiz tatların korunması arasında bir denge bulmayı hedeflemektedir. Çiğ sütle yapılan geleneksel peynirlerin savunucuları, kompleks duyusal özellikleri ve faydalı mikrobiyal çeşitlilik gibi bu peynirlerin benzersiz özelliklerinin, pastörize sütle yapılan peynirlerde kaybolduğunu ileri sürmektedirler. Çiğ süt, peynirin olgunlaşma süreci sırasında peynir yapısını, tat ve aromasını geliştirebilecek doğal enzimler ve bakteriler içerir (Ucuncu 1981, Koçak vd. 1987, Beuvier vd. 1997). Ancak, ısıl işlem uygulanmadan çiğ sütten üretilen ürünlerde bulunan patojenik bakterilerin oluşturabileceği ciddi sağlık riskleri ve halk sağlığı endişeleri birçok ülkenin süt endüstrisinde çiğ sütün kullanımını kısıtlayan veya kontrol altına alan düzenlemeler getirmesine neden olmuştur. Sonuç olarak, düzenlemeler ülkelere göre farklılık göstermekte ve bu konu üzerine süregelen bir tartışma doğurmaktadır. Shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) kontrolü için Codex Alimentarius, CXG 99-2023 (Guıdelınes For The Control Of Shıga Toxın-Producıng *E. Coli* (Stec) In Raw Beef, Fresh Leafy Vegetables, Raw Mılk And Raw Mılk Cheeses, And Sprouts), pastörize edilmemiş veya sterilize edilmemiş sütle yapılan peynirlerle ilgili sağlık risklerinin sterilize edilmiş ya da başka ısıl yöntemler uygulanmış sütten yapılan peynirlerden daha yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Ancak ülkeler bu standartları farklı şekillerde yorumlamakta ve uygulamaktadır.

Hem Avrupa Birliği hem de ABD, çiğ süt peynirlerini sırasıyla Regülasyon (EC) No 853/2004 ve FDA' ın 21 CFR 133 regülasyonu ile düzenlemektedir. Bu düzenlemeler, çiğ süt ve peynir üreticileri için sıkı hijyen standartları uygulamakta ve bakteri riskini azaltmak için minimum 60 günlük bir olgunlaşma süresi şartı getirmektedir (European Commission 2004, FDA 2017). Türkiye'de ise çiğ sütle yapılan geleneksel peynirlerin, kontrollü koşullarda en az 120 gün olgunlaştırılarak üretilmesine izin verilmektedir. Bu

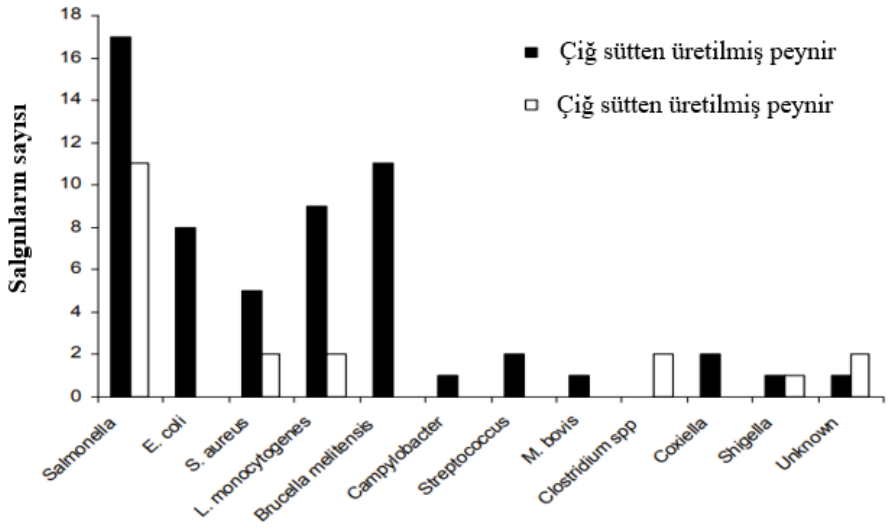
yaklaşım, Türkiye'nin gastronomik mirasını koruma konusundaki kararlılığını gösterirken, Avrupa ve ABD'deki güvenlik standartlarıyla kıyaslanabilir standartlara da uyum sağlamaktadır (Anonim 2009). Öte yandan, endüstriyel üretimde gıda güvenliği açısından genellikle çiğ süt yerine pastörizasyon tercih edilmektedir. Pastörizasyonun temel amacı, patojenleri tamamen ortadan kaldırmaktır. Bu bağlamda, Çakır vd. (2020), çiğ ve pastörize Akkaraman koyunu sütüyle üretilen Erzincan Tulum peynirlerini kalite ve mikrobiyal özellikleri bakımından incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, sütün pastörize edilmesinin peynirdeki mikrobiyal riski önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Söz konusu etki koliform bakteriler, *Staphylococcus aureus*, maya ve küfleri içermektedir. Araştırmacılar pastörize edilmiş sütten peynir üretiminin daha düşük mikrobiyal risklerle ve daha kontrollü bir olgunlaşma süreciyle daha güvenli bir ürün sağladığını bildirmişlerdir (Çakır vd. 2020). Bunun yanısıra, sütün pastörizisyonu peynir üretiminde sürecinin öngörülebilirliğini ve kontrolünü artırarak, sanayicilerin atıkları en aza indirmesine, verimi maksimize etmesine ve rekabetçi fiyatlar sunmasına da olanak tanımaktadır (West 2008, Çakır vd. 2018, Rezaei vd. 2020).

2.3.1 Mikroorganizmalar üzerine etkisi

Pastörizasyon, Fransız bilim insanı Louis Pasteur tarafından 1865 yılında keşfedilmiş olup, süt sektöründeki kullanımı son yüzyıllardaki en önemli halk sağlığı başarılarından biri olarak kabul edilmektedir. Çiğ sütün ve çiğ sütten üretilen ürünlerinin bileşimi, patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğalması için uygun bir ortam sağlar (Grace 2020). Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri'ne (The Centers for Disease Control and Prevention) göre, pastörize edilmemiş süt ürünleri, ABD'de pastörize süt ürünlerine kıyasla 840 kat daha fazla hastalığa ve 45 kat daha fazla hastane yatışına neden olmaktadır (Costard vd. 2017). 2010 yılında yapılan bir çalışma, pastörize edilmemiş peynirlerle ilgili salgınların, pastörize peynirlerle olanlardan daha fazla olduğunu göstermiştir (Şekil 2.1). Araştırmada, 1973-2006 yılları arasında kaydedilen gıda kaynaklı hastalıklar göz önüne alındığında, salgınların %69'unun çiğ sütten üretilen, %23,8'inin ise pastörize sütten yapılan peynirler kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Bulajić ve Mijačević 2010). Çiğ süt veya çiğ sütten üretilen ürünlerin tüketimi, tifo, kızıl hastalığı,

difteri, tüberküloz ve bruselloz gibi ciddi hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (Donnelly 2005).

Çiğ sütten üretilen peynirlerin mikrobiyolojik güvenilirliği, patojen mikroorganizmaların varlığı, gelişimi, direncie ve inaktivasyonunu etkileyen birçok faktöre bağlıdır. Örneğin, belirli bir peynir türündeki tuz içeriği ve su aktivitesindeki değişiklikler, patojen bir mikroorganizmanın ne ölçüde direnç gösterebileceğini veya çoğalabileceğini belirleyebilir. Benzer şekilde, olgunlaşma süresi ve sıcaklığı, patojenlerin direnç mekanizmaları ve gelişimi üzerinde kritik bir rol oynar. Peynir üretimi sırasında bu faktörlerin patojenler üzerindeki etkisi, peynir yapım sürecine ve farklı peynir türlerinin çeşitliliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Bu nedenle Lindsay vd. (2021), FDA' nın çiğ süt peynirleri için 2 °C veya daha yüksek sıcaklıkta en az 60 gün olgunlaşma süresi gerekliliğinin, bazı peynir türlerinde gıda kaynaklı bakterileri ortadan kaldırmak için yeterli olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, Avustralya ve Yeni Zelanda Gıda Standartları Kurumu (Condron vd. 2009) ve Türkiye'deki Türk Gıda Kodeksi, çiğ süt peynirleri için minimum 90 günlük bir olgunlaşma süresi zorunluluğu getirmiştir.



Şekil 2.1 1973-2006 yılları arasında ABD'de pastörize ve pastörize edilmemiş peynirlerle ilişkili salgınların karşılaştırması. Bulajić ve Mijačević, (2010)'dan uyarlanmıştır.

Mikrobiyal tehlikeler hafif, orta ve şiddetli olmak üzere üç seviyede sınıflandırılabilir. Hafif tehlikeler; genellikle dolaylı olarak yayılan koliform bakteriler, *E. coli* ve *Staphylococcus aureus*'u içerir. Orta düzey tehlikeler; *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *E. coli* gibi patojenleri içerir. Şiddetli tehlikeler, en yüksek riski taşıyan *Clostridium botulinum*, *Vibrio cholerae* ve *Salmonella typhi* gibi patojenleri içerir (Tan vd. 2024). Uygun çevresel ve beslenme koşullarında, bu mikroorganizmalar hızla çoğalarak gıda kaynaklı hastalık salgınlarına yol açabilirler (Cuervo vd. 2023). Özellikle, *Salmonella spp., E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, çeşitli peynir türlerinin tüketimiyle ilişkili olarak en kritik gıda kaynaklı patojenler olarak tanımlanmıştır (Kousta vd. 2010).

E. coli, öncelikle insanların ve sıcak kanlı hayvanların bağırsaklarında bulunan ve fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak yaygın şekilde kabul edilen bir bakteri türüdür (Öksüz vd. 2004). Çiğ süt ve pastörize edilmemiş peynirlerdeki varlığı, genellikle kötü hijyen uygulamalarıyla ilişkilidir (Ombarak vd. 2016). *E. coli* suşlarının çoğu patojenik olmasa da, Verositotoksin üreten *E. coli* (VTEC), özellikle ağır gastroenteritlere neden olan *E. coli* (EHEC, O157:H7) suşu, enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enteroagregatif *E. coli* (EAggEC) ve dağılım gösteren yapışkan *E. coli* (DAEC) gibi bazı gruplar, çiğ süt peynirlerinde özellikle yüksek riskli patojenler olarak tanımlanmaktadır. Bunun nedeni, bu bakterilerin sebep olabileceği hastalıkların ciddiyeti ve bazı peynirlerin olgunlaşma süreci boyunca hayatta kalıp çoğalma yetenekleridir (Öksüz vd. 2004, Donnelly 2018). 2004 yılında yapılan bir çalışmada, Tekirdağ ilinin 10 köyünde çiğ sütle üretilen beyaz salamura peynirlerin *E. coli* O157:H7 varlığı nedeniyle potansiyel enfeksiyon riski taşıdığı sonucuna varılmıştır (Öksüz vd. 2004). Ayrıca, Montel vd. (2014), Shiga toksin üreten *E. coli*' nin (STEC), çiğ sütte doğal olarak bulunan laktik asit bakterilerine karşı *Salmonella* türleri, *S. aureus* ve *L. monocytogenes*' ten daha dirençli olduğunu keşfetmiştir.

L. monocytogenes'in ise, bazı peynir çeşitlerinin tüketimiyle ilişkilendirilen salgınlarla bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Costanzo vd. 2020). İnvaziv listeriozis nedeniyle %20 ile %30 arasında yüksek bir ölüm oranına sahip olan *L. monocytogenes*, özellikle bağışıklığı

zayıf bireyleri, yaşlıları, yeni doğanları ve hamile kadınları enfekte eder ve bu gruptaki ölüm oranı daha yüksek olabilir (Cardak 2013, Arslan vd. 2008). Pastörizasyon, *L. Monocytogenes* üzerinde etkili bir inaktivasyon sağlasa da, işlem sonrası kontaminasyon meydana geldiğindeilmekte (Matto vd. 2018, Ibarra Sanchez 2017) ve 4 ºC ile 50 ºC arasında geniş bir sıcaklık aralığı ve uygun pH koşullarında hayatta kalma ve çoğalma yeteneğine sahip olabilmektedir (Yang vd. 2005, Rugji vd. 2023). Yapılan birçok araştırma, *L. monocytogenes*'in çeşitli peynir türlerinde gelişebileceğini göstermektedir. Çardak (2013) tarafından yapılan araştırmada, beyaz, kaşar ve tulum peynirlerinde *L. monocytogenes* prevalansı sırasıyla %10, %5 ve %20 olarak bildirilmiştir. *L. monocytogenes* süt ürünlerinde daha yaygın olmakla birlikte, Burdur'da yapılan bir araştırmada yoğurt ve peynir örneklerinde tespit edilmemiştir. Bunun yerine, *L. innocua*, *L. ivanovii* ve *L. welshimeri* gibi diğer Listeria türleri izole edilmiştir (Erol vd. 2024). *L. monocytogenes* insan enfeksiyonlarında en yaygın patojen iken, *L. ivanovii* ile ilgili vakalar nadiren belgelenmiştir (Dodd vd. 2017).

Salmonella spp., gıda kaynaklı hastalıklarla yaygın olarak ilişkilendirilen ve genellikle kontamine gıdaların tüketimi yoluyla insanlara bulaşan bir bakteridir. Özellikle az pişmiş et, yumurta, baharatlar, otlar (Avrupa Birliği Sağlık Raporu 2021), çiğ süt ve peynirler gibi gıda ürünleri *Salmonella*' nın yayılmasında etkili olabilmektedir (Van Duynhoven 2009). Hedberg vd. (1992), 164 mozzarella peynirinde *Salmonella*' nın enfeksiyon dozunun düşük olduğunu, bu nedenle tespit edilmesinin zor olabileceğini belirtmiştir. Desenclos vd. (1996), Fransa'da çiğ sütle üretilen çiftlik peynirinin tüketimiyle ilişkili 273 *Salmonella* enfeksiyonu vakasını rapor etmiştir. Hem çiğ süt hem de pastörize sütle üretilen peynirlerde *Salmonella* bulunabilir; ancak çiğ süt peynirlerinde en yüksek prevalans %34 olarak saptanmıştır (Gould vd.2014). Kahraman vd. (2010) Türkiye'de 105 beyaz peynir örneğinde %1.9 ve 60 kaşar peynir örneğinde %1.7 *Salmonella* prevalansı tespit etmiştir. Çolak vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada ise 250 tulum peynirinin %2.4'ünde *Salmonella* kontaminasyonu saptanmıştır.

Staphylococcus aureus, aerobik veya fakültatif anaerobik bir Gram-pozitif bakteri olup (Huang vd. 2023), mastitis gibi hayvan hastalıklarıyla ve ayrıca gıda zehirlenmeleriyle de ilişkilendirilmiştir (Oliver vd. 2005). *S. aureus*, uygun koşullar altında enterotoksin

üretebilir ve bu toksinler, orta derecede gastrointestinal enfeksiyonlara (ishal, kusma ve mide bulantısı) veya sepsis'e kadar daha ciddi enfeksiyonlara yol açabilir (Robi vd. 2024).

Süt ürünleri, sıklıkla gıda kaynaklı hastalıklarla ilişkilendirilir. Koagülaz Pozitif Stafilokoklar (KPS) genellikle çiğ sütte (Kousta 2010) ve çiğ sütten üretilmiş ürünlerde (D'amico vd. 2010, Arslan vd. 2008) bulunur. Buna karşılık, ısıl işlem görmüş süt ürünlerindeki KPS kontaminasyonu genellikle insan kaynaklı yeniden bulaşma (Johler vd. 2016) veya üretim sürecindeki yetersiz hijyen uygulamaları nedeniyle meydana gelir (Kümmel vd. 2016).

Bakterilere ek olarak, süt endüstrisinde maya ve küf çeşitliliğini anlamak son derece önemlidir. Birçok maya ve küf türü, peynirlerin özellikle de geleneksel peynirlerin önemli bir parçasını oluşturur (Galaby vd. 2021, Bintsis 2021). Bazı peynir türlerinde (örneğin Roquefort, Camembert), mayalar ve küfler laktozu fermente ederek, laktik asidi tüketerek ve lipolitik ve proteolitik süreçlere katılarak benzersiz duyusal özelliklerin gelişimine katkıda bulunur (Bintsis 2021, Corbo vd. 2001). Ancak, küf kaynaklı bozulmalar, süt endüstrisinin karşılaştığı büyük zorluklardan biridir. Düşük pH, yüksek osmotik koşullar ve düşük saklama sıcaklıklarına tolerans gösterme yetenekleri sayesinde aşırı gelişebilirler ve istenmeyen etkiler oluşturabilirler. Bu etkiler kötü aromalar, renk, doku değişiklikleri ve gaz üretimi gibi sorunlar doğurabilir (Arias vd. 2002). Rogga vd. (2005), bozulmaya neden olan mayaların, proteolitik aktivite yoluyla pH seviyelerini artırarak *L. monocytogenes*'in hayatta kalmasını destekleyebileceğini belirtmiştir. Ayrıca, peynirlerdeki küf gelişimi, ürünün duyusal ve fiziko-kimyasal özelliklerinde olumsuz değişikliklere yol açabilmekte ayrıca aflatoksin gibi kanserojen mikotoksinlerin üretilmesine sebep olmaktadır (Kure ve Skaar 2019, El-Diasty ve Salem 2007).

Pastörizasyon, özellikle kısa olgunlaşma süresi olan peynirlerin güvenliğini sağlamak için kritik bir araç olmaya devam etse de birçok çalışma, laktoferrin (Farnaud ve Evans 2003, Wakabayashi vd. 2006), lizozim (Vincenzetti vd. 2008) ve laktoperoksidaz sistemi (LPS) (Seifu vd. 2005) gibi çiğ sütün antimikrobiyal özellik taşıyan enzimlerinin varlığını göz ardı etmiştir. Ancak, söz konusu enzimler ısıya duyarlıdır ve ısı işlemleriyle kısmen veya

tamamen inaktive olurlar (Licitra vd. 2019, Claeys vd. 2013). Pastörizasyon, laktoferrini kısmen denatüre ederek peynir proteazlarına karşı daha hassas hale gelmesine ve olgunlaşma sürecinde inaktive olmasına sebep olabilir (Dupont vd. 2006).

Van Gysel vd. (2012), *E. coli* ve *S. aureus*'un çiğ sütte pastörize süte kıyasla daha düşük oranlarda geliştiğini belirtmişlerdir. Bunun nedeni, pastörize sütlerde ısıl işlem uygulanması sonucu antimikrobiyal bileşiklerin konsantrasyonunun ve aktivitelerinin azalmış olmasına bağlanmıştır. Laktoperoksidaz enzimi aktivitesi 63 ºC'de 30 dk veya 72 ºC'de 15 s ısıl işlemden etkilenmezken (Marks vd. 2001), inek sütünde 78 ºC'de 15 s'de bu enzinin tamamen inaktif duruma geldiği belirtilmiştir (Wit ve van Hooydonk 1996).

Çiğ sütten üretilen peynirler, en önemli patojenlerin gelişmesini engelleyen ve gıda güvenliğine katkıda bulunan laktik asit bakterileri (LAB) içeren biyokoruyucu ajanların zengin bir kaynağıdır. LAB suşları, çeşitli antimikrobiyal bileşikler üreterek, fermente edilebilir şekerleri tüketir ve peynir ortamının pH' ını düşürerek peynirin korunmasına yardımcı olur (Montel vd. 2014). Birçok çalışma, geleneksel süt ürünlerinden elde edilen LAB suşlarının *L. monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *S. aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi önemli peynir patojenlerini engellediğini ortaya koymaktadır (Morgan vd. 2002, Dobreva vd. 2022, Dal Bello vd. 2010, Diop vd. 2007, Ortolani vd. 2010). Benzer şekilde, olgunlaşmış çiğ süt peynirlerinin incelendiği çalışma, test edilen 181 peynir örneğinden yalnızca birinin *L. monocytogenes* için pozitif olduğunu ve analiz edilen 181 örneğin hiçbirinde *Salmonella* tespit edilmediğini göstermiştir (Little vd. 2008). LAB'lerin antimikrobiyal özellikleri, bazı suşların bakteriosin veya bakteriosin benzeri maddeler üretme kapasitesine bağlanmıştır (Jamuna vd. 2004, Dobreva vd. 2022). Daba ve Alkhateeb (2020), LAB tarafından üretilen bakteriosinlerin ısıya son derece dayanıklı olduğunu ve geniş bir pH aralığına tolerans gösterebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu bileşiklerin renk, koku ve tat içermemeleri, insan sindirim enzimleri tarafından kolayca parçalanabilmeleri, onları gıda koruma uygulamaları için mükemmel bir seçenek haline getirmektedir (Daba ve Alkhateeb 2020). Birçok çalışma, laktik asit bakterilerin in vitro inhibitör etkilerini vurgularken, gerçek peynir ürünlerinde benzer antimikrobiyal etkisi karşılaştırıldığında sınırlı olduğu görülmüştür. Örneğin, Lamberti vd. (2014), peynirden izole edilen suşlar tarafından üretilen bakteriosinlerin, *L. monocytogenes* ve *S.*

aureus gibi patojen mikroorganizmaların gelişmesini engelleyebileceğini göstermiştir**.** Benzer şekilde, *Lactococcus lactis* ve *Lactococcus garvieae* suşlarının, peynir matrislerinde *Staphylococcus aureus'* un erken evre inhibisyonu tespit edilmiştir (Alomar vd. 2008, Cretenet vd. 2011). Son olarak, Xu vd. (2021) geleneksel Koumiss' ten (kımız: kısrak sütüyle yapılan fermente süt ürünü) izole edilen *Lac.rhamnosus* tarafından üretilen Bakteriosin 1.0320'nin, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere, özellikle *E. coli* UB1005'e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. peynir üretimi ve sonraki olgunlaşma/depolama aşamalarındaki hijyenik koşullar ve işleme tekniklerinin mikrobiyal güvenlik açısından büyük rol oynadığı unutulmamalıdır. 2006 ve 2007 yılları arasında Almanya'da yapılan bir araştırma, pastörize peynirlerde yüksek sayıda *Listeria* ile ilişkili salgınların tespit edildiğini göstermiştir (Koch vd. 2010). Bazı LAB suşları antimikrobiyal aktivitelerinde sınırlı etkinlik gösterdiği için bazı patojenler tespit edilebilir seviyelerde kalabilmektedir İlaveten, çiğ süt mikrobiyotasının patojenler karşısındaki antagonistik etkileri, bu mikrobiotanın bölge, hayvan türü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Yonn vd. 2016). Özetle peynirin mikrobiyolojik güvenliği, sütün pastörize edilip edilmediğiyle ilgili olarak birçok faktörden etkilenmektedir. Bunlar arasında çiğ sütün mikrobiyatası, üretim öncesi ve sonrası hijyen uygulamaları ve işleme ortamı da bulunmaktadır.

2.3.2 Fiziko-kimyasal nitelikler üzerine etkisi

Peynir üretiminde ısıl işlemin temel amacı daha önce de belirtildiği gibi patojen bakterileri inaktif etmektir. Ancak, bunun yanı sıra starter olamayan (non-starter) laktik asit bakterilerinin de ortadan kaldırılması veya azaltılması, peynir yapımı ve olgunlaşması için önemli olan bazı fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerin değişmesine neden olmaktadır. (Fox 1981, Singh ve Creamer 1992, Grappin vd. 1997). Söz konusu bazı değişiklikler aşağıda özetlenmiştir:

- Çiğ süt mikrobiyal yükünün azalması
- Süt enzimlerinin aktivasyonu/inaktivasyonu
    - Plazminojenin aktivasyonu
    - Asidik proteazın inaktivasyonu olasılığı

    - Süt lipazının inaktivasyonu

- Serum proteinlerinin denatürasyonu ve agregasyonu
    - %5-7 denatürasyon – kazein ile interaksiyonu

- Peynir yapım özelliklerinde değişiklikler (peynir mayalanması, pıhtı yoğunluğu, süzme)
    - Yağ globül membranının bozulması olasılığı
    - pH' da azalma

Sütün 60˚C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanması sonucu oluşan önemli değişiklikler, peynir olgunlaşmasında rol oynayan birkaç enzimin kısmi veya tam aktivasyonu ya da inhibisyonunu içerir. Pastörizasyonun sütte plazmin aktivitesini %10 ila %17 oranında (Korycka-Dahl vd. 1983) veya %25 ila %30 oranında (Beuvier ve Buchin 2004) azalttığı bildirilmiştir. Plazmin, doğrudan β-kazeini etkilemese de bağlı oldukları diğer kazein fraksiyonlarına etki ederek, β-kazeinin misellerden ayrılmasını sağlamaktadır (Grappin vd. 1985).

Bastian vd. (1997) İsviçre peynirine plazminojen aktivatörü (urokinaz) ekleyerek plazmin aktivitesinin arttırılmasının peynirin lezzetini önemli ölçüde geliştirdiğini bildirmiştir. Bu bulgu, ısıl işlemle plazmin aktivitesindeki artışın peynirin duyusal özelliklerini etkileyebileceğini ve lezzet gelişimini iyileştirebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, katepsin D (asidik proteaz) 60 ºC üzerinde 10 dakika ısıl işlem uygulandığında büyük ölçüde inaktive olmaktadır (Ducastaing vd. 1976). Başka bir süt enzimi olan lipoprotein lipaz (LPL), sığır sütünde çoğunlukla (%80) kazein miselleriyle ilişkili olup, peynir işleme sırasında ısıl işlemden etkilenmektedir. Andrews vd. (1987), bu enzimin pastörizasyonla neredeyse tamamen inaktif duruma geldiğini bildirirken, Dickow vd. (2012), süte 75-85 ºC arasında sıcaklık uygulamalarında %98.5 oranında LPL'nin inaktif olduğu ve daha şiddetli bir ısıl işlemde (90 ºC) tamamen inaktivasyonun sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Psikrotrofik bakterilerin proteinazları (Fairbairn ve Law 1986), ksantin oksidaz (yağ globül membran materyalinin (MFGM) bileşeni) (Griffiths vd.1981) ve asidik fosfataz

(Griffiths vd. 1986) gibi bazı enzimler ise nispeten ısıya dayanıklıdır ve peynir olgunlaşması sırasında aktif kalmaktadır.

2.3.2.1 Serum proteinlerinin denatürasyonu

Isıl işlemin serum proteinlerinin denatürasyonu üzerindeki etkisi literatürde vurgulamıştır (Fox vd. 2017, Hayaloğlu ve Özer 2011). Kazein miselleri yüksek sıcaklıklara kadar oldukça stabil olmasına karşın, sütün pastörizasyonu (70 ºC), serum proteinlerinin %5-7'sinin denatüre olmasına ve denatüre serum proteinlerinin de kazein miselleri ile interaksiyonunun artmasına neden olur (Fox vd. 1998). Bunun yanı sıra, çözünür kalsiyum, magnezyum ve fosfatın kolloidal hale dönüşümü de gerçekleşir (Singh 2004, Singh ve Creamer 1992). Serum proteinlerinin ısıya duyarlılıkları; immunoglobulinler > sığır serum albümini > β-laktoglobulin (β-Lg) > α-laktoglobulin (α-Lg) şeklinde sıralanmaktadır (Oldfield vd. 1998, Pan vd. 2021). Denatüre serum proteinlerinin, κ-kazein ile birleşerek başlıca β-Lg ve κ-kazein arasında disülfit ve hidrofobik etkileşimler içerdiği gösterilmiştir (Singh ve Fox 1987). Denatüre serum proteinlerinin kazein miselleri ile interaksiyon derecesi, sütün pH'sı, uygulanan ısıl işlem, çözünür kalsiyum ve fosfat konsantrasyonları ile süt kuru madde içeriği gibi çeşitli faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Singh ve Fox 1986).

2.3.2.2 Olgunlaşma ve starter kültür üzerine etkisi

Dünyada üretilen peynirlerin büyük çoğunluğu peynir mayası (rennet) olarak kullanıma hazır hale getirilmiş kimozin/rennin enzimi ile sütün pıhtılaşması sonucu üretilmektedir, Kazein misellerinin kontrollü destabilizasyonu, κ-kazeinin Phe_{105}-Met_{106} peptit bağının kimozin etkisi ile seçici enzimatik hidrolizi ile elde edilir (Kaushal ve Kumar 2022). Sonuç olarak, çözünür kazeino-makropeptit (CMP) (Phe_{105}-Met_{106}) serbest kalır ve miseller arasındaki sterik ve elektrostatik itme kuvveti azalır. Yaklaşık olarak 31ºC'de 15-20 dakika sonra toplam κ-kazeinin %86'sı hidrolize olduğunda, elde edilen miseller, para-κ-kazein miselleri olarak bilinir ve kararsızdır, birbirine dokunmaya ve kümelenmeye başlar. κ-kazeinin tamamı hidrolize olduğunda, agregatlar büyümeye devam eder ve çeşitli yönlere doğru yönlendirilmiş ip benzeri iplikler oluşturur (yaklaşık 10 misel

uzunluğunda, 4 misel kalınlığında), bu iplikler birleşerek kalsiyum fosfat para-kazein'in bir jeli oluşturur. Bu jel, yağ globülleri ve suyu içerisinde tutan üç boyutlu ağ örgüsü şeklinde pıhtı yapısını oluşturur (Horne ve Lucey 2017, Fox vd. 2017).

Peynire işlenecek süte uygulanan ısıl işlemin etkisi incelendiğinde, rennetle pıhtılaşma süresini uzattığı ve jel kuvvetini azalttığı bildirilmiştir (Kethireddipalli vd. 2010, Singh ve Waungana 2001). Isıl işlem uygulanmış sütün rennetle pıhtılaşma özelliklerinin azalmasının nedeni genel olarak üç ana faktöre dayanmaktadır:

(i) κ-kazeinin enzimatik parçalanması ve kazeinomakropeptit salınım hızının azalması veya inhibe olması,
(ii) ısıl işlemin misel agregasyon aşamasını bozması; misellere bağlı denature serum proteinlerinin misellerin agregasyonu engellemesi,
(iii) ısıl işlem, pıhtılaşma için gerekli olan iyonik kalsiyum konsantrasyonunu azaltması

Beuvier vd. (1997) pastörize edilmiş İsviçre tipi peynir üzerinde ve Lau vd. (1990) pastörize edilmiş Cheddar peynirinde pıhtılaşma özelliklerinde anlamlı bir değişiklik saptamamış olmasına karşın, pastörize sütten üretilen peynirlerde (sırasıyla 72 ºC'de 30 s ve 63 ºC'de 30 dk) istatistiksel olarak önemli olmayan biraz daha yüksek nem oranı bildirmişlerdir. Anema vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, 90 ºC'de 20-30 dk boyunca ısıl işlem uygulanmış süt ile çiğ sütün enzimatik proteoliz ve kazeinomakro peptit salınımına benzer kinetikler sergilediği rapor edilmiştir.

Ancak, kimozin ilave edilmiş süt örneklerinde jelleşme özellikleri izlendiğinde, süte ısıl işlem uygulandığında jelleşme süresinin önemli ölçüde uzadığı ve oluşan jellerin sertliğinin (G') azaldığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar, süte ısıl işlem uygulanmasına rağmen kimozin, reaksiyonunun birincil enzimatik aşaması üzerinde minimal etkisi olsa da kazein misellerinin agregasyonunu önemli ölçüde etkilediğini ve bunun pH'a bağlı olmaksızın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Anema vd. 2007).

Birçok çalışmada, ısıl işlemin serum proteininin denatürasyonunu artırarak kazeinlerle etkileşimini kolaylaştırdığını ve bu sayede çiğ sütten üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında peynir veriminin arttığı gözlenmiştir (Vasbinder vd. 2003, Sandra ve Dalgleish 2007, Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023). Buna karşın, Xia vd. (2021) Cheddar peyniri üretiminde uygulanan ısıl işlemin (72 ºC'de 15 s pastörizasyon ve 90 ºC'de 15 s yüksek ısıl işlem) serum protein denatürasyonunu artırmasına rağmen peynir verimini önemli ölçüde artırmadığını bildirmiştir.

Diğer taraftan, ısıl işleminin süt içindeki iyon halindeki kalsiyum ve pıhtılaşma üzerindeki etkisi oldukça karmaşıktır. Yüksek sıcaklık uygulamaları (100–140 ºC'de 30 s) çözünür kalsiyumu önemli ölçüde azaltarak, rennet pıhtılaşmasını ve jel kuvvetini bozmaktadır (Schreiber 2001). Ancak, daha düşük sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlemler (75–90 ºC), kazein misellerinin agregasyonunu minimal düzeyde etkilerken, jel kuvvetinde azalmaya yol açabildiği bildirilmiştir (Vasbinder vd. 2003). Isıl işlem sonucu oluşan kalsiyum kaybı, süte kalsiyum klorür ekleyerek veya sütü asitlendirerek azaltılabilir. Peynirin biyokimyasal olarak dinamik bir ürün olduğu ve olgunlaşma süreci boyunca önemli değişiklikler geçirdiği bilinmektedir. Isıl işlemin, peynir olgunlaşması süresince starter ve non-starter mikroorganizmaları ve süt enzimlerinin etkisiyle yağ, protein ve karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Proteoliz, peynirin tüm tekstürel ve duyusal özelliklerin üzerinde belirleyici etkiye sahiptir (McSweeney ve Sousa 2000). Uçucu bileşenlerin oluşumu ve lezzet gelişiminde etkili olan diğer biyokimyasal reaksiyonlar arasında karbonhidrat metabolizması, amino asit katabolizması, lipoliz ve yağ asidi metabolizması bulunmaktadır (Kethireddipalli ve Hill 2015).

Proteoliz: Proteoliz, proteinlerin bir proteaz ile peptitlere, aminoasitlere ve daha ileri parçalanma ürünlerine kadar hidrolizini kapsayan süreçtir. Kazeinin proteolizi, büyük peptitlerin oluşumu ile başlar ve bunların peynir koagülantı ve starter ile non-starter florasındaki enzimler tarafından parçalanması ile devam eder. Oluşan kısa peptitler, mikrobiyal peptidazlar tarafından amino asitlere hidrolize edilir (McSweeney ve Sousa 2000, Fox vd. 1996). Isıl işlemin proteoliz üzerine etkisi incelendiğinde; süte uygulanan ısıl işleminin 72 ºC'den 87 ºC ve 90 ºC'ye çıkarılması, kazeinin proteolizi sonucu açığa

çıkan β- ve α_{S2}-kazeinlerinde azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç, plazminojen aktivasyon sisteminin ısı ile inaktivasyonu ve plazminojen aktivasyon sistemi ile β-Lg arasındaki etkileşimlerin bir sonucu olarak peynirdeki plazmin aktivitesinin azalmasına bağlanmıştır (Rynne vd. 2004, Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023). Diğer yandan, ısıl işlem α_{S1}-kazeinlerinin proteolizini etkilemediği (Miloradovic vd. 2017) ve yalnızca para-κ-kazeinin parçalanmasını düşük düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Benfeldt vd. 1997).

Lipoliz: Lipoliz, trigliseridlerin serbest yağ asitlerine enzimatik hidrolizidir ve peynirlerin olgunlaşması sırasında lezzet gelişimine katkıda bulunur (McSweeney ve Sousa 2000, Collins vd. 2004). Lipolizin gelişiminde temel olarak lipoprotein lipaz (LPL) ve bakteriyel lipaz bulunmaktadır (Deeth 2020). Çiğ sütte doğal olarak bulunan LPL, termizasyon ve pastörizasyon ile kısmen veya tamamen inaktif olurken, çoğu bakteriyel lipaz yüksek sıcaklıklara bile dayanıklıdır (Hickey vd. 2007, Deeth 2020). Bu nedenle, pastörize peynirler her zaman çiğ peynirlerden daha düşük lipoliz seviyelerine sahiptir (Grappin 1997, Deeth 2020). McSweeney vd. (1993), pastörize cheddar peynirlerine kıyasla çiğ cheddar peynirlerinde lipoliz düzeyinde %50'lik bir artış tespit etmişlerdir. Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023), çiğ sütten üretilen keçi peynirlerinde, 90 günlük olgunlaşma süreci boyunca serbest yağ asitlerin konsantrasyonunun artarak daha yüksek bir lipoliz aktivitesi gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu artış, lipolitik veya esterolitik özelliklere sahip starter olamayan laktik asit bakterilerin (NSLAB) peynirlerde serbest yağ asitlerinin oluşumunu teşvik etmesiyle açıklanmıştır (McSweeney 2004). Li vd. (2021) Kazak peynirinin olgunlaşma aşamasındaki geleneksel Kazak peynirinin lezzeti üzerine NSLAB'nin etkisini incelemişlerdir. NSLAB' nin ticari starter kültür ile üretilen kontrol peynirlerine kıyasla daha yüksek temel uçucu bileşiklerin oluşumuna yardımcı olduğunu saptamışlardır. NSLAB'ın Kazak peyniri üretiminde ek bir starter kültür olarak kullanılabileceğini ve bu şekilde lezzet kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağladığını önermişlerdir. Bu etki, pastörizasyon sırasında süt lipazının inaktivasyonuna bağlanmıştır. 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca, çiğ sütten yapılan peynirlerin pastörize peynirlerden belirgin şekilde daha yüksek uçucu serbest yağ asidi seviyeleri sergilediği gözlenmiştir.

Kirdar vd. (2022) tarafından yapılan bir araştırmada, Yozgat'tan 30 çanak peynirinin proteoliz ve lipolizinin incelenmesinde, tüm örneklerin lipoliz değerleri sergilediği ve C_{14}, C_{16} ve $C_{18:1}$ yağ asitlerinin diğer serbest yağ asitlerine kıyasla daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, hem çiğ sütte hem de peynirde yüksek lipaz aktivitesine ve peynirin üretildiği coğrafi bölge ile mevsime bağlı olarak değişen lipoliz ve proteoliz seviyelerine bağlanmıştır.

2.3.2.3 Tat-aroma üzerine etkisi

Gıdalarda tat ve aroma, tüketici tercihlerini ve kalite algısını önemli ölçüde etkileyen önemli bir parametredir. Tipik peynir aroması, sütün koagulasyonu ve olgunlaşması sırasında meydana gelen lipoliz, proteoliz, starter ve NSLAB tarafından söz konusu reaksiyonların son ürünlerinin daha ileri düzeyde parçalanması veya dönüşümü gibi karmaşık biyokimyasal süreçlerden kaynaklanır (Fox vd. 2017). Kısa zincirli peptitlerin ve serbest yağ asitlerinin varlığı ve konsantrasyonu, peynir aromasını önemli ölçüde etkiler. Ayrıca, serbest yağ asitlerinin içeriği, birçok peynir çeşidinin karakteristik aroma ve lezzetinden sorumludur (McSweeney vd. 2004) ve peynir olgunlaşmasının bir endeksi olarak kullanılmaktadır (Delgado vd. 2009). Lau vd. (1991), çiğ peynirlerin pastörize peynirlerden daha yoğun bir aroma geliştirdiğini ve optimum aromanın daha hızlı bir şekilde elde edildiğini belirtmektedir. Beuvier vd. (1997), çiğ süt mikroflorasının İsviçre tipi peynirlerin biyokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Çiğ sütten üretilen peynirlerin, pastörize sütten üretilen peynirlerden (72 ºC, 30 s) daha geniş proteoliz gösterdiğini ve daha güçlü bir propiyonik asit fermantasyonu sergileyerek daha belirgin bir aroma profili oluşturduğunu bulmuşlardır. Gözlemlenen biyokimyasal ve duyusal farklılıkların, çiğ peynirde bulunan fakültatif heterofermentatif laktobasiller, propionik asit bakterileri ve enterokokların daha yüksek sayılarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Ayrıca, pastörize sütten üretilen peynire çiğ inek sütü retentatı eklenmesi, peynirin biyokimyasal ve duyusal özelliklerinin neredeyse tamamını, çiğ sütten üretilen peynirlerine benzer seviyelere getirmiştir.

Çiğ süt, pastörize süt ve pastörize süt eklenmiş %1 (PR1), %5 (PR5) veya %10 (PR10) çiğ sütten üretilen Cheddar peynirlerinin olgunlaşması üzerine yapılan bir çalışmada,

Rehman vd. (2000), serbest yağ asitleri konsantrasyonu PR1, PR5, PR10 ve çiğ peynirlerde, pastörize peynirlerine kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bunun, sütün doğal enzimlerin ve NSLAB'dan gelen lipazların aktivitesine bağlı olduğu belirtilmiştir. Özellikle, yalnızca %1 çiğ süt eklenmesi, bu deneysel koşullar altında tamamen pastörize sütten üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmuştur.

Buna ek olarak, Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023), çiğ keçi peynirlerinin daha yüksek uçucu bileşen düzeyine sahip olduğunu ve tat ve koku açısından en yüksek duyusal puanları aldığını belirlemiştir. Starter kültür eklenmiş pastörize sütten üretilen peynirler ise ortalama lipoliz aktivitesine sahip buna bağlı olarak da, peynirlerin duyusal özelliklerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aksine, starter kültür eklenmeden ısıl işlem uygulanmış sütten üretilen peynirler, daha düşük seviyede uçucu bileşenlere sahip olup, daha düşük duyusal puan almış ve belirgin şekilde acı bir tada sahip olduğu belirtilmiştir.

Çeşitlerinden bağımsız olarak çiğ süt peynirleri, ısıl işlem uygulanmış sütten üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında daha karmaşık ve yoğun bir lezzet profiline sahiptir. Bu peynirler daha hızlı bir olgunlaşma ve ayırt edici duyusal özellikler elde etme eğilimindeyken, pastörize sütten üretilen peynirler genellikle zaman içinde belirli aroma profillerine sahip olup kompleks aroma geliştirememektedir. Mikrobiyal aktivitelerin çeşitliliği (West 2008) belirli peynir üretim yöntemleriyle (Licitra 2019) birleşerek nihai ürünün kalitesini etkilemektedir. Ancak, sütün doğal mikroflorasının aşırı gelişmesi, istenmeyen tatlar, gaz oluşumu, renk değişikliği ve doku değişiklikleri gibi peynir bozulmalarına da yol açabilmektedir (Fleet 1990). Diğer yandan, çiğ sütten üretilen peynirin geleneksel işleme tekniği, *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. gibi patojenlerin gelişmimini destekleyerek, sadece nihai üründe meydana gelen kusurlardan kaynaklı ekonomik kayıplara değil, aynı zamanda halk sağlığı üzerinde olumsuz etkilere de yol açabildiği daha önce detaylı bir şekilde vurgulanmıştır (Fuquay vd. 2011). Bu nedenle, ısıl işlem süreci, endüstriyel peynir üreticilerinin bu riskleri en aza indirmelerini ve operasyonları içinde kontrol edilebilir faktörlere odaklanmalarını sağlar. Pastörize süt ile üretimde tutarlılık ve öngörülebilirlik sağlamakta, atıkları azaltmaya,

verimi optimize etmeye ve rekabetçi fiyatları sürdürmeye yardımcı olmaktadır (West 2008).

Özetle, çiğ süt veya pastörize sütle peynir üretimi sonucu peynirin nitelikleri arasındaki farklılıklar, gıda güvenliğinin sağlanması, farklı tüketici tercihlerini karşılama ve geleneksel üretim yöntemlerinin korunması arasındaki dengeyi sağlamak açısından ısıl işlem uygulaması hala bir tartışma konusudur.

Bu tez çalışmasında, geleneksel bir peynir olan Yozgat çanak peyniri üretiminde farklı ısıl işlemler (65 ºC'de 30 dk çiğ sütün pastörizasyonu ve pıhtıya uygulanan ısıl işlem) uygulanarak, bu işlemlerin peynirin bileşimi, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca, çiğ ve ısıl işlem uygulanmış peynirlerin olgunlaşma sürelerinin Yozgat çanak peyniri'nin proteoliz ve lipoliz düzeyine ve uçucu bileşen profili üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma ile gıda güvenliği standartları ile geleneksel üretim yöntemini dengeleyen standart üretim yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlaması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çiğ süt

Peynirlerin üretiminde kullanılan çiğ inek sütü, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma Uygulama Çiftliğinden sağlanmıştır.

3.1.2 Starter Kültür

Pastörize sütten üretilen peynir örnekleri için Chr. Hansen (Hoersholm, Danimarka) firmasından temin edilen ticari peynir starter kültürü (FD-DVS CHN-11, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris, Leuconostoc, Lactococcus lactis* subsp. *Lactis, Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*) %1 oranında kullanılmıştır

3.1.3 Peynir mayası ve kalsiyum kalsiyum klorür

Peynir üretiminde kullanılan peynir mayası (Chr Hansen, Naturen® Mandra 175 IMCU/ mL, 1:16.000 kuvvetinde) ve kalsiyum klorür ($CaCl_2$) Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Süt İşletmesinden sağlanmıştır.

3.1.4 Tuz

Yenilebilir iyotsuz sofra tuzu, Ankara'daki yerel bir marketten sağlanmıştır.

3.1.5 Çanaklar

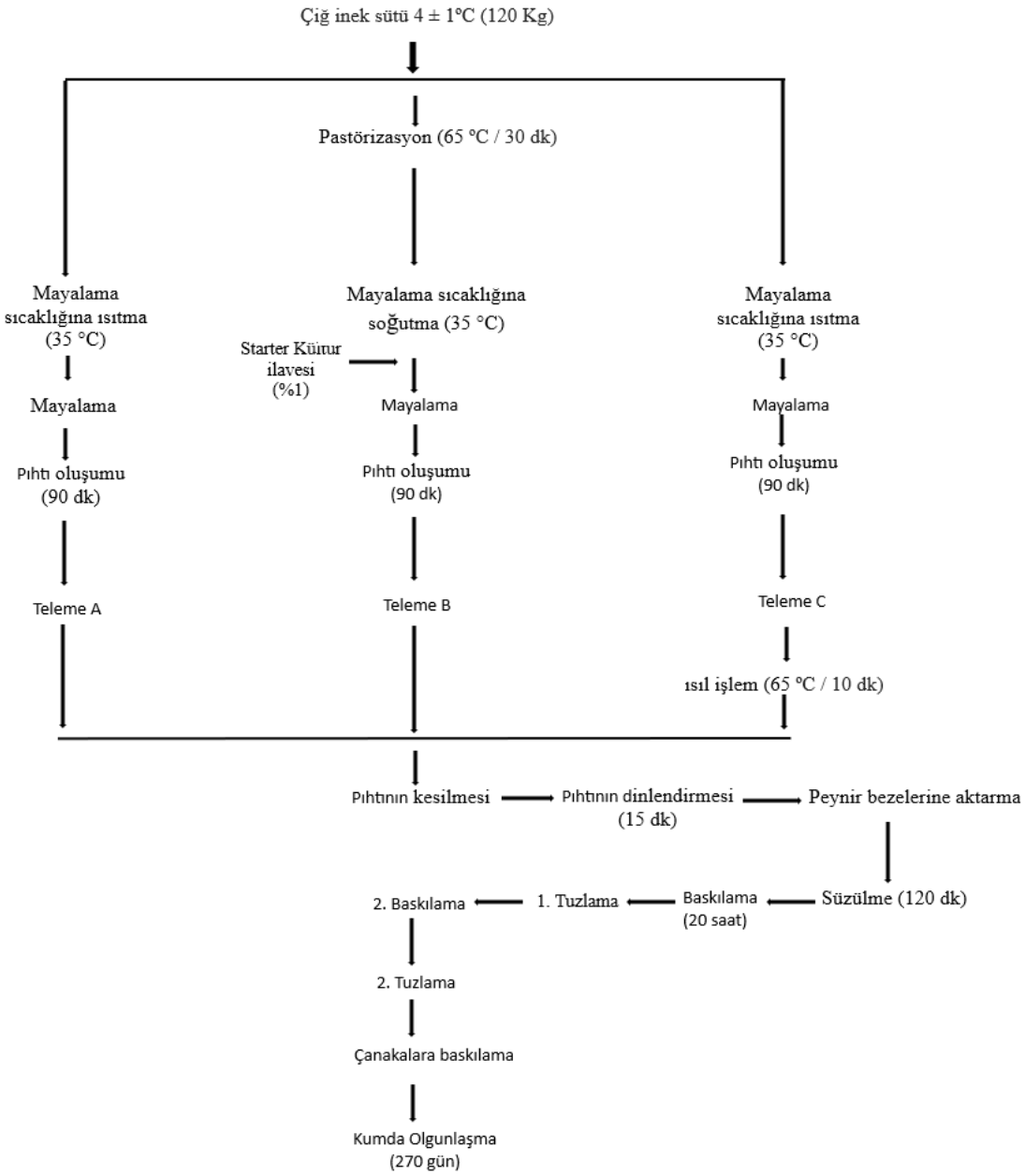
Yozgat çanak peyniri örnekleri olgunlaştırılmak üzere coğrafi işaret tescilli geleneksel Avanos çömlekleri içerisinde basılmıştır. Avanos çömlekleri Çömlek Diyarı (Kapadokya, Türkiye) firmasından temin edilmiştir.

3.2 Yozgat Çanak Peyniri Üretimi

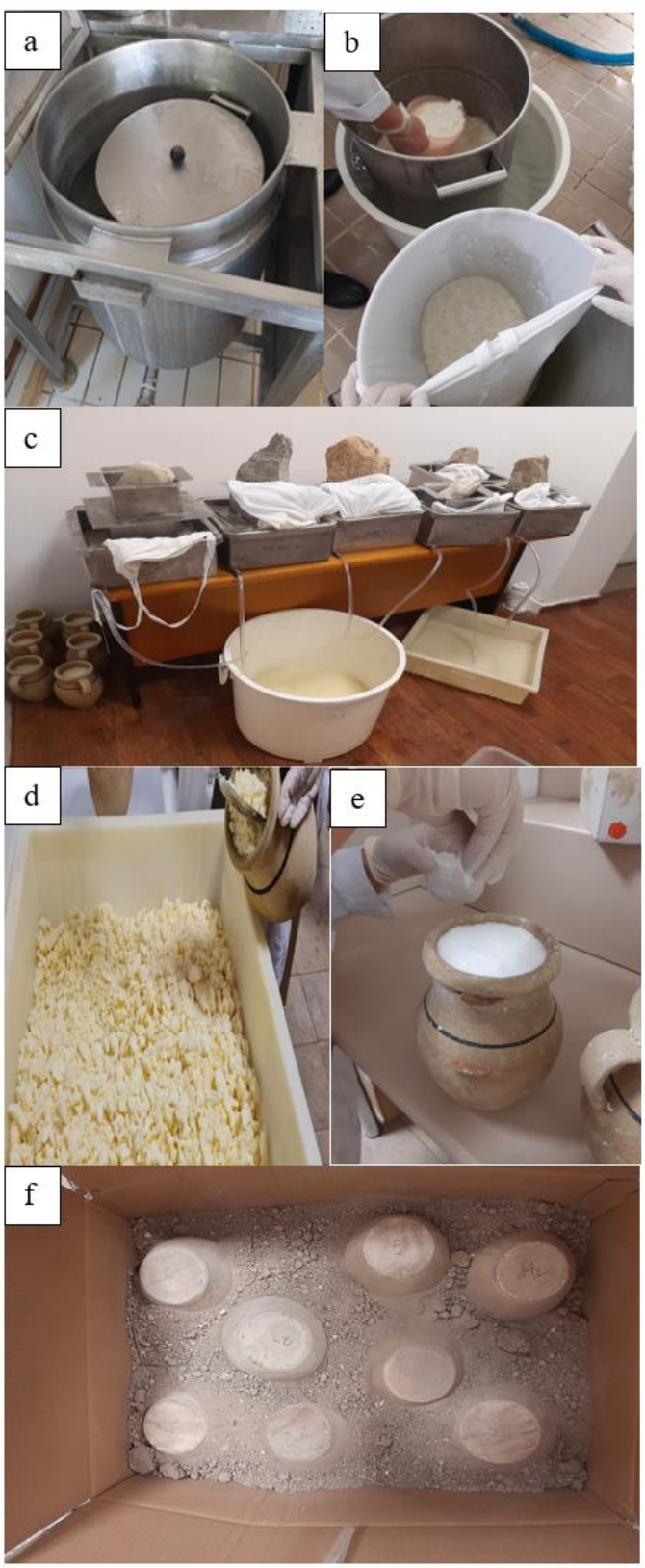
Çanak peynirlerinin üretimi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'nde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve üretim akış şeması Şekil 3.1'de sunulmuştur. Peynir örneklerinin üretim için temin edilen toplam 240 litre çiğ sütü üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup çiğ süt, geleneksel üretim yöntemi ile kontrol peynir örneğinin üretimi için kullanılmıştır. Burada, çiğ süt, ısıl işlem uygulanmaksızın doğrudan 35±1˚C'lik mayalama sıcaklığına ısıtılmıştır. İkinci ve üçüncü grup deneme peynirleri ise geleneksel yöntem esas alınarak farklı ısıl işlem uygulamaları (ısıl işlem normu ve ısıl işlem aşaması) sonrasında peynire işlenmiştir. İkinci grupta, çiğ süt 65 ºC'de 30 dk süreyle pastörize edilmiş ve sonrasında 35±1ºC mayalama sıcaklığına soğutulmuştur. Üçüncü grupta ise, çiğ süt 35±1 ºC mayalama sıcaklığına ısıtılmıştır ve mayalama sonucunda oluşan pıhtıya, 65 ºC'de 10 dk süreyle ısıl işlem uygulanmıştır.

Üç grupta elde edilen peynir pıhtılarına geleneksel yöntemdeki pıhtı işleme aşamaları aynı şekilde uygulanmıştır. Pıhtı kesme bıçağıyla oluşan pıhtı kesilerek 15 dk bekletilmiştir. Sonrasında pıhtı yavaş bir şekilde karıştırılmış ve süzme bezlerine alındıktan sonra 120 dk süreyle yüksek bir yere asılarak süzülmüştür. Oluşan telemenin kendi halinde süzülmesi işlemi sonunda süzme bezleri sıkı şekilde bağlanarak baskı teknesine alınmıştır. Telemelere 20 saat yaklaşık 1 kg peynirin üzerine 5 kg ağırlığında baskı uygulanacak şekilde düzgün taşlar yerleştirilerek telemeden peyniraltı suyunun ayrılması sağlanmıştır. Baskıdan alınan teleme geniş leğenlere boşaltılarak ve bıçakla büyük parçalar halinde kesilerek tuzlanmıştır. Tuz miktarı yaklaşık 1 kg peynir için 75 g olacak şekilde ince kum iriliğindeki kaya tuzu kullanılmıştır. Parçalanan ve tuzlanan teleme yeni süzme bezlerine koyularak elle sıkıştırılıp ağzı sıkıca bağlanmış ve serin bir ortamda ikinci kez baskı uygulanmıştır. İkinci baskı uygulaması yine düzgün taşlar kullanılarak 1 kg peynir için yaklaşık 10 kg ağırlık olacak şekilde 3 gün süreyle devam ettirilmiştir. Baskı sonunda elde edilen taze peynir bir leğene boşaltılıp, elle ufalanarak yeniden parçalanmış ve bir miktar daha (yaklaşık 1 kg peynir için 25 g) tuz ilave edilmiştir.

Çanaklara basmaya hazır hale gelen taze peynirler, topraktan yapılmış çanaklar içerisine hava almayacak kadar sıkı bir şekilde elle basılmıştır. Hava alması durumunda peynirlerde bozulma çok hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Çanak dolduktan sonra ağız kısmına biraz daha tuz serpilerek içerisinde boşluk kalmayacak şekilde temiz bir bezle ağzı bağlanmış ve çanaklar ters çevrilerek 3 gün bu şekilde bekletilmiştir. İlerleyen aşamada çanağın ağzı açılarak, temiz bir bez peynirle temas edecek şekilde yerleştirilmiş ve üzeri mühürleme hamuru olarak ifade edilen sert bir hamur ile kapatılmıştır. Hamur üzerine bir bez bağlandıktan sonra çanaklar ters çevrilerek yarıdan fazlası, ince, az çakıllı ve hafif nemli kuma gömülerek olgunlaştırılmıştır. Elde edilen çanak peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince (1., 90., 180. ve 270. günlerde) kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler kontrol örnekleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca çalışmada deneme peynir örnekleriyle karşılaştırmak amacıyla Yozgat ilinden geleneksel olarak üretilen 5 farklı üreticiden temin edilen peynir örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir.



Şekil 3.1 Yozgat çanak peynirlerinin üretim akış şeması



Şekil 3.2 Yozgat çanak peyniri bazı üretim aşamaları (a) ısıl işlem, (b)Torbalama ve süzme, (c) baskılama, (d) çanaklara basma (e) çanakların ağız kısmının tuz serpilerek kapatılması, (f) kumda olgunlaşma

3.3 Uygulanan Analizler

3.3.1 Hammadde çiğ sütlere uygulanan analizler

3.3.1.1 Kurumadde oranı

Çiğ sütün toplam kurumadde oranı (%, g/100 g) gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (Anonim 2002).

3.3.1.2 Yağ oranı

Çiğ sütün yağ oranı (%, g/100g) gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.3.1.3 Protein içeriği

Çiğ sütün protein oranı (%, g/100g) mikro-Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.1.4 pH değeri

Çiğ sütün pH değeri dijital pH-metre (Ohaus, Starter 300, USA) kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.1.5 Titrasyon asitliği

Çiğ sütün titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle belirlenmiş ve Soxhelet Henkel (°SH) derecesi cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.3.1.6 Mikrobiyolojik analizler

Peynir üretiminde kullanılan hammadde çiğ sütün koliform bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, maya ve küf sayımları plak sayım yöntemi ile yapılmıştır ve bölüm 3.3.2.8'de detaylı olarak verilmiştir.

3.3.2 Peynir örneklerine uygulanan analizler

Analizlerden önce peynir numuneleri iyice ufalanıp homojen hale getirildikten sonra analizler gerçekleştirilmiştir.

3.3.2.1 Kurumadde oranı

Peynir örneklerinin kurumadde oranı gravimetrik yöntem ile belirli miktarda örneklerin 100±2 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir. Sonuç aşağıdaki denklem kullanılarak % kurumadde (g/100 g) olarak hesaplanmıştır (IDF 1982, Anonim 2006).

$$\%\, Kurumadde = \frac{K_3 - K_1}{K_1 - K_1} \times 100$$

K_1: Kurutma kabınının sabit kütlesi (g)

K_2: Peynir + kurutma kabının kütlesi (g)

K_3: Kurutma sonrası toplam kütle (g)

3.3.2.2 Yağ oranı

Peynir örneklerinin yağ oranı Gerber yöntemi ile % yağ (g/100 g) olarak belirlenmiştir (Anonim 2015a).

3.3.2.3 Kül tayini

Peynir örneklerinde inorganik madde içeriği kül tayini ile belirlenmiştir. Bu amaçla, peynir örnekleri önceden 100±2°C'de sabit ağırlığa getirilmiş porselen krozelere 2g tartıldıktan sonra beyaz kül elde edilinceye kadar 500 ºC'de kül fırınında bekletilmiştir. Kalıntı miktarı üzerinden örneğin kül miktarı hesaplanmıştır ve sonuçlar % (g/100g) olarak ifade edilmiştir (Hayaloğlu vd. 2011)

3.3.2.4 Tuz tayini

Çanak peynir örneklerinin tuz oranları Mohr titrasyon yöntemiyle yapılmıştır. İlk olarak 5g peyniri alınmış ve 60 °C'deki saf su içerisinde ezilmiştir. Elde edilen sıvı kısım balon joje içerisine aktarılmıştır. Bu işlem 3-4 kez tekrarlanmıştır. Ardından balon joje saf su ile 500 ml'ye tamamlanmış ve kaba filtre kağıdından süzülmüştür. Süzüntüden 25 ml erlene alınmış, üzerine 0.5 ml K_2CrO_4 çözeltisi eklenmiş ve 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renge ulaşana kadar titre edilmiştir. Sonuçlar, % (g/100g) olarak ifade edilmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

$$Tuz\ içeriği = \frac{0.585 \times (V_1 - V_0)}{\text{p}} \text{x}100$$

V_1: Örnek için harcanan amonyum tiyosiyanat çözeltisinin miktarı (mL)

V_0: Tanık denemde harcanan amonyum tiyosiyanat çözeltisinin miktarı (mL)

M: Örnek miktarı (g)

F: 0.1N AgNO3 çözeltisinin faktörü

3.3.2.5 pH değeri

Peynir örnekleri pH ölçümü öncesinde saf su ile (1:1) oranında ezilerek bulamaç haline getirilmiş ve dijital pH-metre (Ohaus, Starter 300, USA) kullanılarak pH değeri belirlenmiştir.

3.3.2.6 Titrasyon asitliği

Peynir örneklerinin titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle belirlenmiş, sonuçlar süt asidi cinsinden % laktik asit olarak hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.2.7 Toplam azot ve protein içeriği

Protein oranı yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro- Kjeldahl yöntemi ile elde edilen azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılarak % protein oranı hesaplanmıştır (IDF 1983, Hayaloğlu vd. 2011).

$$\%\ \text{Toplam azot (TN)} = \frac{[(V_1 - V_0)\ \text{x N x}\ 0.014]}{m} \times 100$$

$$\%\ \text{Toplam Protein} = \%\ \text{Toplam azot} \times 6.38$$

V_2: Titrasyonda harcanan HCl hacmi (mL)

V_1: Kör deneme sonucu titrasyonda harcanan HCl hacmi (mL)

N: Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi

0.014: Azotun miliekivalent gramı

m : Örnek miktarı, g

3.3.2.8 Mikrobiyolojik analizler

3.3.2.8.1 Mikrobiyolojik analizler için örnek hazırlama

Mikrobiyolojik analizler için 10 g peynir numunesi aseptik koşullarda alınarak steril bir kaba aktarılmıştır. Numuneye 90 mL steril ringer solüsyonu eklenmiş ve yaklaşık 10 dk boyunca homojen bir hale gelene kadar karıştırılmıştır. Elde edilen homojen karışımından 10'lu seri dilüsyonları hazırlanmış ve bu dilüsyonlar, ilgili mikroorganizmaların tespiti için uygun besiyerlerine ekim yapılmak üzere kullanılmıştır.

3.3.2.8.2 Koliform grup bakteri sayımı

Peynir örneklerinden uygun dilüsyonlardan Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerine ekim yapılarak 35-37˚C'de 24 saat süreyle inkübasyon sonunda oluşan koyu kırmızı koloniler koliform grup bakteriler olarak değerlendirilerek sayılmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak log kob/g cinsinden verilmiştir (Anonim 2005).

3.3.2.8.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Peynir örneklerinden uygun dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA) besiyerine ekim yapılmış ve 35-37˚C'de 48 saat süreyle inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB) sayısı belirlenmiştir. Sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak peynir örnekleri için log kob/g, süt örnekleri için log kob/mL cinsinden verilmiştir (Anonim 2005).

3.3.2.8.4 Toplam maya-küf sayımı

Peynir örneklerinden uygun dilüsyonlardan Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine ekim yapılmış aerobik koşullarda 25 ºC'de 5 gün süreyle inkübe edildikten sonra parlak beyaz/krem zon oluşturan koloniler maya hücresi, hifli koloniler küf hücresi olarak sayılmıştır. Sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak peynir örnekleri için log kob/g olarak, süt örnekleri için log kob/mL cinsinden verilmiştir (Anonim 2005).

3.3.2.9 Suda çözünen azot (WSN) oranı

Peynirlerde suda çözünen azotlu madde miktarı Kuchroo ve Fox (1982)'a göre, mikro-Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 ºC'de 40 ml su içinde karıştırıp Ultra Turrax blender (IKA Janke & Kunkel Ultra Turrax T25 blender, USA) kullanılarak homojenize edilmiştir ve aynı sıcaklıkta 1 saat süreyle su banyosunda bekletilmiştir. Elde edilen karışım 4˚C'de 3000 x g'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra sıvı kısım filtre

kağıdından (Whatman no:113) süzülmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak, Mikro Kjeldahl metodu ile suda çözünen azot oranı belirlenmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

$$\%\ \text{Suda çözünen azot (w/w)} = \frac{[1.4\ \text{x}\ (\text{V1} - \text{V0})\ \text{x}\ \text{N}\ \text{x}\ \text{F}]}{m}$$

V_1= Örnek için harcanan HCl, ml

V_0= Kör denemede harcanan HCl, ml

N= HCl' nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F= HCl çözeltisinin faktörü

m= Örnek miktarı, g

3.3.2.10 Olgunlaşma indeksi

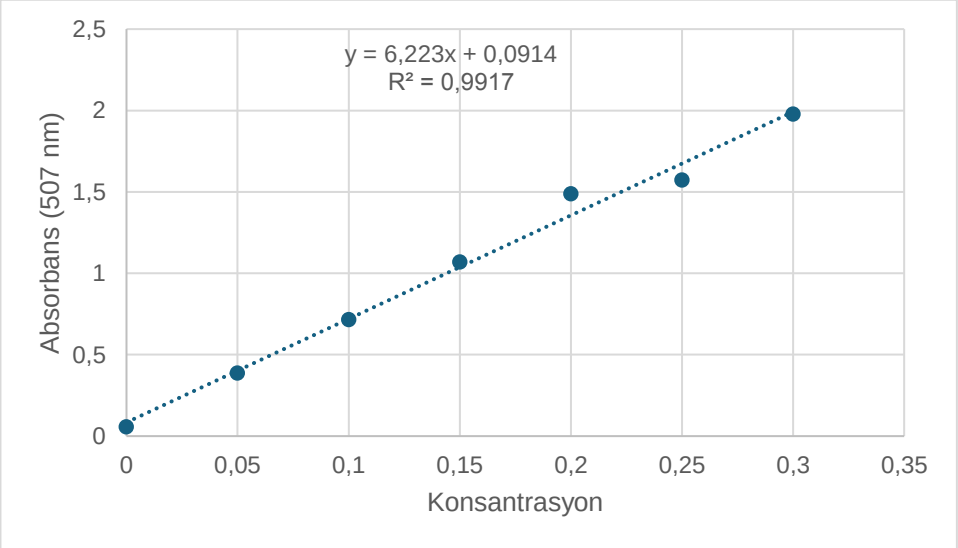
Olgunlaşma derecesi suda çözünen azot (% WSN) miktarının toplam azot (% TN) miktarına oranı olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

$$\text{Olgunlaşma Derecesi} = \frac{\%\ \text{suda çözünen azot}}{\%\ \text{toplam azot}} \times\ 100$$

3.3.2.11 Toplam serbest aminoasit tayini

Analiz, spektrofotometrik yöntemle Kadminyum-ninhidrin (Cd-Nr) reaktifi kullanılarak suda çözünen azot analizinde elde edilen ekstraktların 507 nm'de absorbansı değerlerinin ölçülmesine dayanmaktadır. Cd-Nr reaktifi, 0.8 g ninhidrin, 80 mL etanol ve 10 mL asetik asit karışımında çözülerek hazırlanmış, ardından bu karışıma 1 mL suda çözülmüş 1 g $CdCl_2$ eklenmiştir. Suda çözünen azot tayininden elde edilen ekstraktan 10 µL alınarak 990 µL su ilave edilmiş ve üzerine 2 mL Cd-Nr reaktifi eklenmiştir. Karışım 84 ºC'de 5 dakika ısıtılmış, ardından soğutularak UV-spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/Vis Spectrometer, Singapur Cumhuriyeti) absorbans değeri ölçülmüştür. Örneklerin

toplam serbest amino asit içerikleri, Şekil 3.1'e göre, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Leu standart çözeltisine (x eksen) karşılık gelen 507 nm'deki absorbans değerleri (y eksen) ile standart eğri çizilmiş eğrinin denklemi kullanılarak peynir örneklerinin toplam serbest amino asit miktarı, mg Leu/kg peynir cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.3 Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri

3.3.2.12 Serbest yağ asitleri kompozisyonu

Peynir örneklerinde serbest yağ asitlerinin belirlenmesinde Deeth vd. (1983)'ün önerdiği kapiler gaz kromatografisi metodu kullanılmıştır. Yöntem, örnekteki serbest yağ asitlerinin lipit ve proteinlerden ayrıştırdıktan sonra kapiler gaz kromatografisi ile kantitatif olarak saptanması esasına dayanmaktadır. Ekstraksiyon iki aşamalı yapılmaktadır. Birinci aşamasında, serbest yağ asitleri diğer tüm lipitlerle birlikte H_2SO_4 ve hexan/dietileter çözeltisi ile ekstrakte edilmiştir. İkinci aşamada ise, deaktive edilmiş nötral alüminyum oksit üzerinde tutularak trigliseritlerinden, daha sonra eterde formik asit ile santrifüj edilerek alüminyum oksitten ayrıştırılmıştır.

Analize başlamadan önce, nötral aktiviteye sahip alüminyum oksitin saf su ile deaktivasyonu gerçekleştirilmiştir. Homojenize edilen her bir peynir örneğinden 50 mL'lik şilifli erlene 3 gram hassas tartım yapılmış, üzerine 25 gram Na_2SO_4 eklenmiştir. Daha sonra 5 mL iç standart (C7) ve 30 µL H_2SO_4 eklenip 1 dakika vortex ile

karıştırılmıştır. Bu işlemin ardından, her örneğe 5 mL hekzan çözeltisi eklenerek ağzı kapatılmış, 1 dakika vortex ile karıştırıldıktan sonra parafilm ile sıkıca kapatılmış ve 1 saat dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlenme aşamasında, Biorad ekstraksiyon kolonuna 1 gram deaktive alüminyum oksit koyulmuş ve 5 mL hekzan/dietil eter çözeltisi ile yıkanmıştır. İçerisinde 0.5 mL hekzan/dietil eter çözeltisi kalan kolon cam test tüpüne yerleştirilmiştir. Dinlendirilmiş örneklerin sıvı kısmı kolona aktarılmış her örnek iki kez aynı işlemden geçirilmiştir. Sonrasında kolon tekrar hexan/dietil eter ile iki kez yıkanmıştır. Kolonlar 5 psi basınçlı hava ile kurutulduktan sonra, içindeki kurumuş alüminyum oksit santrifüj tüplerine aktarılmış ve üzerine 2 mL %6 formik asit içeren eter çözeltisi eklenerek 2000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında berrak kısım viallere Pasteur pipeti ile aktarılmış ve viallerin kapakları sızdırmayacak şekilde sıkıca kapartılmıştır. Örnekler gaz kromatografi cihazına enjeksiyon yapılıncaya kadar -18 ºC'de saklanmıştır.

Son aşamada, serbest yağ asitlerini içeren sıvı örneklerin gaz kromatografi cihazına enjeksiyonu yapılarak peynir örneklerdeki serbest yağ asitlerinin kalitatif ve kantitatif olarak analizi yapılmıştır. İşlem anında GC koşulları aşağıdaki şekildedir.

Enjeksiyon bloğu:

EPC Split-Splitlees Inlet

Enjeksiyon sıcaklığı: 250˚C

Split: 1/10

Enjeksiyon hacmi: 5 µL

Kolon:

Agilent-FFAP Capillary 300 x 250µm x 0.25µm

Akış: 2mL/dk

Sıcaklık programı:

120˚C 0

10˚C 200˚C 2 dk

10˚C 205˚C 2 dk

10˚C 210˚C 2 dk

10˚C 215˚C 2 dk

10˚C 230˚C 3 dk

Dedektör:

Alev iyonlaşma (FID) dedektörü

Sıcaklık: 260˚C

Hidrojen akış: 33 mL/dk

Kuru hava akış: 370 mL/dk

Make up (N_2) akış: 30 mL/dk

Standart kalibrasyon eğrisinin çizilmesi ve serbest yağ asitleri miktarlarının hesaplanması: Serbest yağ asitlerinin üç ayrı konsantrasyonda (200, 400 ve 600 ppm) standart karışımı hazırlanmıştır. Öncellikle 25 mL'lik balon jojelere deaktive olmuş alüminyum oksit'ten 1 g tartılmıştır. Bunun üzerine yağ asitlerinin likit olanlarından 5,10 ve 15 µL, katı olanlarından 0.005-0.0100 ve 0.0150g tartılarak hacimleri 25 mL'ye %6'lık eterde formik asit ile tamamlanmıştır. Her bir solüsyonda, numune hazırlama işlemleri esnasında örneklere ilave edilen miktarda (200 ppm) internal standart (C7) bulunmaktadır.

Hazırlanan standart karışım örneklerle aynı koşullarda cihaza enjekte edilerek, standart kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Hesaplama iç standart hesaplama modu (ISTD) seçilerek, cihaz yazılımı (HP Chenstation, ABD) tarafından otomatik olarak yapılmıştır.

3.3.2.13 Uçucu bileşen analizi

Yozgat çanak peynir örneklerinde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle sağlanmıştır. Peynir örnekleri viallere 10 gram

tartılarak üzerine 1 g NaCl (örnek miktarının %10 olacak şekilde) ve 10 µL iç standart (81 ppm 2 metil 3-heptanon ve 2-metil pentanoik asit) eklendikten sonra 40 ºC'de 30 dk süre ile uçucu bileşenlerin dengelenmesi için bir ısıtma ünitesinde (Pierce Reacti-Therm I #18821) bekletilmiştir. Uçucu hale gelen bileşenlerin absorbsiyonu 50/30 µm DVB/CAR/PDMS fiber üzerine aynı sıcaklıkta 30 dk bekletilerek sağlanmıştır (Whetstine 2003). SPME yöntemi ile fiber üzerine tutunan bileşenlerin fiberden enjeksiyon bloğuna bırakılması, splitless modunda ve manuel olarak yapılmıştır ve 250 ˚C'de fiber 10 dk. desorpsiyon için tutulmuştur. DB WAX (Agilen, USA) kolonu kullanılarak ayrımı yapılan uçucu bileşenler kütle spektrometresinde (Agilent GC 5975, ABD) 30-300 eV aralığında taranmıştır. GC cihazında fırın sıcaklığı 40˚C başlangıç sıcaklığında 4 dk bekleme, 10˚C artışla 100˚C'ye ısıtma, 5˚C artışla 200˚C' de 10 dk bekleme, 20ºC artışla 250ºC' de 5 dk bekleme olacak şeklide toplam çalışma süresi 47.50 dk olacak şekilde programlanmıştır. Daha sonra, peynir örneklerinde saptanan uçucu bileşikler kütle spektrometresinde tanımlanırken NIST/Flavournet kütüphanelerinde tarama yapılmıştır.

Uçucu bileşenlerinin konsantrasyonları, iç standart kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Relatif miktar (mg/kg)} = \frac{\text{Uçucu maddenin alanı}}{\text{iç standardın alanı}} x \text{İç standardın alanı x Düzeltme faktörü}$$

3.3.2.14 Duyusal değerlendirme

Peynir örneklerinin duyusal analizleri 10 kişilik panelist grubu tarafından Meilgaard vd. (2006) tarafından önerilen puanlama testi ile gerçekleştirilmiştir. Olgunlaşmanın 90, 180 ve 270. günlerinde duyusal değerlendirme için panelistlere Şekil 2.2'de verilen değerlendirme formu sunulmuştur. Formda, örnekler tat, aroma, görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik bakımından puanlanmıştır. Analiz için her örnek 3 haneli rakamlarla rastgele kodlanmış ve her depolama zamanı için farklı kodlar kullanılmıştır. Panelistlere örnekler arasında ağzı temizlemek amacıyla sade kraker ve su verilmiştir.

PUANLAMA TESTI

Panelist'in adı-soyadı: Tarihi:
Saat:

Açiklama: Aşagıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 10 puan üzerinden değerlendiriniz.

Tat:

Örnek Kodları	Puan

Koku:

Örnek Kodları	Puan

Tekstür:

Örnek Kodları	Puan

Görünüş:

	Puan

Genel beğeni:

Örnek Kodları	Puan

Puanlama Skalasi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tüketilmez	Çok Kötü	Kötü	Biraz Kötü	Ne İyi ne Kötü	Biraz İyi	İyi	Çok İyi	Oldukca İyi	Mukemmel

Şekil 3.4 Yozgat Çanak peynir örneklerinin duyusal değerlendirme formu

Puanlama testine ek olarak, örneklerin tanımlayıcı bir duyusal değerlendirmesi, Süt Teknolojisi Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerinden oluşan 4 kişilik eğitimli (20 saat) bir grup, tarafından peynir örneklerinin koku, tat-aroma ve tekstür özellikleri bakımından bazı terimler (ransit, fermente, ekşi, acı, küflü, kremamsı) esas alınarak uygun referans standartları kullanarak tanımlandığı bir tartışma oturumunda değerlendirilmiştir (Hannon vd. 2005).

3.3.2.15 İstatistiksel analiz

Verilerin değerlendirilmesinde tanıtıcı istatistk analiz yapılmıştır. Analizlerden elde edilen verilere ısıl işlem ve olgunlaşma süresinn etkisi, iki faktör (ısıl işlem ve olgunlaşma süresi) ve faktörlerden biri tekrarlanan ölçümlü deneme deseni ile değerlendirilmiştir. İstatistik olarak önemli bulunan örnekler, olgunlaşma süresi ve bunların interaksiyon etkisi Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistik analizlerde R istatistik programı (R for Windows, Version, 4.4.2) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Hammadde Çiğ Sütün Bileşim ve Kimyasal Özellikleri

Yozgat çanak peynirlerinin üretiminde hammadde olarak kullanılan çiğ inek sütüne ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Peynir örneklerinin üretiminde kullanılan çiğ inek sütlerinin nitelikleri (n=2)

Özellikler	Ortalama Değerler $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Toplam Kurumadde (%)	11.60±0.08
Yağ (%)	4.00±0.00
Toplam protein (%)	2.87±0.03
pH	6.8±0.01
Titrasyon Asitliği (SHº)	0.72±0.02

*Çizelgedeki değerler, standart hataları ile birlikte iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çiğ sütün yağsız kurumadde, yağ ve protein değerleri bakımından Türk Gıda Kodeksi'nin 2019/12 numaralı İçme sütleri Tebliği'nde inek sütü için belirtilen en az değerlere ile sırasıyla %8, %3.5 ve %2.9 uygun olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde çiğ sütün titrasyon asitliği değeri de tebliğde verilen laktik asit cinsinden %0.135-0.200 sınırlar içerisinde yer almaktadır (Anonim 2019). Analiz sonuçları hammadde olarak kullanılan çiğ sütün peynir üretimi için uygun olduğunu göstermektedir.

4.2 Hammadde Sütlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Peynir üretiminde kullanılan çiğ ve ısıl işlem uygulamış sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Çiğ ve pastörize sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/mL) (n=2)

	Koliform	TAMB	Maya/ Küf
Çiğ Süt	-	7.20±0.03	7.19±0.07
Pastörize Süt*	-	2.19±1.97	-

*Pastörize Süt: 65°C'de 30 dk ısıl işlem uygulanmış süt.
-: Tespit edilememiştir.

Yozgat çanak peyniri üretiminde kullanılan çiğ süt ve pastörize sütte koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TMAB) sayısı incelendiğinde, üretimde kullanılan çiğ sütte ortalama 7.20 log kob/mL iken, ısıl işlem uygulanması sonucu TMAB sayısı 2.19 log kob/mL' ye düşmüştür. Maya/küf sayısı yönünden pastörizasyon işleminin maya ve küf sayısında yaklaşık 7.19 log azalma ile %100 inaktivasyon sağladığı belirlenmiştir.

4.3 Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

4.3.1 Toplam kuru madde

Yozgat çanak peyniri örneklerinin kurumadde değerleri Çizelge 4.3'te ve olgunlaşma süresince kurumadde içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.1'de sunulmuştur.

Yozgat çanak peynirlerinin toplam kurumadde değerleri üzerine ısıl işlem, olgunlaşma süresi ve ısıl işlem xolgunlaştırma süresi interaksiyon etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Deneme peynirlerinin toplam kurumadde değerleri üzerine ısıl işleminin etkisi önemsiz olmasına karşın ($p>0.05$), olgunlaşma süresi ile interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

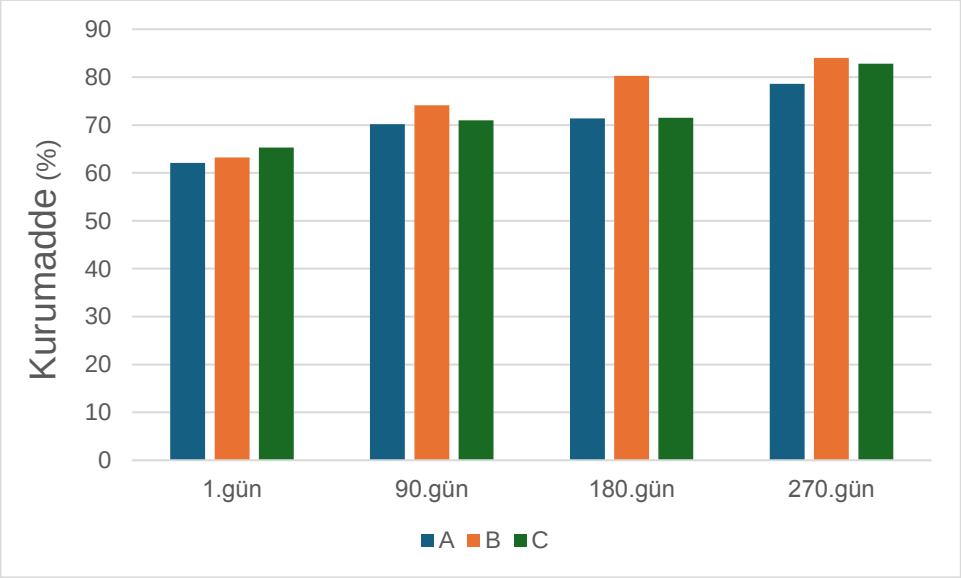
Çizelge 4.3 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kurumadde değerleri (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	62.06 ± 0.29^{f}	70.16 ± 2.00^{d}	71.41 ± 0.58^{d}	78.59 ± 2.15^{b}
B	63.23 ± 0.30^{ef}	74.13 ± 0.68^{c}	80.29 ± 0.69^{b}	83.98 ± 2.14^{a}
C	65.27 ± 0.32^{e}	70.98 ± 1.49^{d}	71.51 ± 1.23^{d}	82.84 ± 0.32^{a}

a- f: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.4 Kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	4.42	2	2.210	1.031	0.371
Gün	45.99	3	17.664	8.239	**0.000**
Örnek * Gün	37.05	6	6.175	2.880	**0.029**



Şekil 4.1 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kurumadde değerleri (%)

Peynirin kurumadde içeriği, süzülme şekli ve süresi, tuzlama yöntemi, pıhtı kesim boyutu ve ön olgunlaştırma işlemi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Fox vd. 2004). Olgunlaşma süresi (270 günlük) boyunca, kontrol peynirinin (A örneği) kurumadde değeri %62.06 ile %78.59 arasında değişirken, süte ısıl işlem uygunlanmış peynirlerde (B örneği) %63.23 ile %83.98 arasında, pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynirlerde (C örneği) ise %65.27 ile %82.84 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.3). Peynirlerin kurumadde içeriğine göre yapılan sınıflandırmada sert peynirlerde yağsız peynir kitlesindeki nem oranı %49-57 arasındadır dolayısıyla Yozgat çanak peynirlerinin sahip olduğu toplam kurumadde değerlerine göre sert peynir grubunda yer aldığı söylenebilir (Anonim 2015b). Yozgat çanak peyniri üzerine yapılan çalışmalarda Akyüz ve Gülümser (1984) ile Kırdar ve Köse (2022) peynirlerin kurumadde değerlerini

%38.16 ile %60.84 (Akyüz ve Gülümser 1984) ve %45.1 ile %66.27 (Kırdar ve Köse 2022) arasında ve daha düşük değerlerde olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak, bu çalışmalarda piyasadan temin edilen çanak peyniri örneklerinin ön olgunlaştırma süreci ve olgunlaşma süresi hakkında detaylı bilgi verilmemiştir, bu nedenle tez çalışmasında tespit edilen değerlerin söz konusu örneklerle karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Bu tez çalışmasında tüm peynirlerin toplam kuru madde değerleri 270 günlük olgunlaşma süresi boyunca artış göstermiştir (Çizelge 4.3). Kurumadde değerlerinde ki artışın nedeni öncelikli olarak peynir örneklerindeki nem içeriğinin azalmasına bağlanabilir. Peynirde nem kaybı, peynir dokusundaki yüksek tuz seviyesinin oluşturduğu ozmotik basınçtan kaynaklanmaktadır ve bu durum nemin yapısal olarak serbest kalmasını teşvik etmektedir (Hemmatian vd. 2015). İlaveten yüksek kuru madde oranı peynirin olgunlaşması sırasında içinde bekletildiği çanakların yapıldığı malzemenin peynirdeki nemi bünyesine almasıyla da ilişkilendirilebilir. Benzer sonuçlar, İran Kope peynirine ilişkin Esmaeilzadeh vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir. İran Kope peynirlerinde 187 günlük olgunlaşma sürecinde protein ve kuru madde içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, olgunlaştırmada kullanılan çömleklerin (çanakların) nem içeriğini emebileceği belirtilmiştir (Esmaeilzadeh vd. 2021). Benzer şekilde, Hayaloğlu vd. (2007), Tulum peynirinin keçi derisi tulumunda olgunlaştırılması sırasında, gözenekli yapısı nedeniyle nem içeriğinde daha fazla azalma meydana geldiği bildirilmiştir.

Pastörize süt ve pıhtıya ısıl işlem uygulanarak üretilen peynirlerin (B ve C örnekleri), çiğ sütten üretilen kontrol peynirine (A örneği) göre daha yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Benzer şekilde Rezaei vd. (2020) tarafından Motal peyniri (İran Tulum peyniri) üzerine yapılan çalışmada, 90 günlük olgunlaşma sonunda pastörize sütle yapılan peynirlerde toplam kuru madde oranı %52.23 ile %53.25 arasında, çiğ sütten yapılan peynirlerde ise %47.11 ile %49.58 arasında rapor edilmiştir.

4.3.2 Yağ oranı

Yozgat çanak peyniri örneklerinin yağ oranları Çizelge 4.5'te ve olgunlaşma süresince yağ değerlerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Peynirlerin yağ oranı üzerine ısıl işlem, olgunlaşma süresi ve ısıl işlem x olgunlaştırma süresi interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$) ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

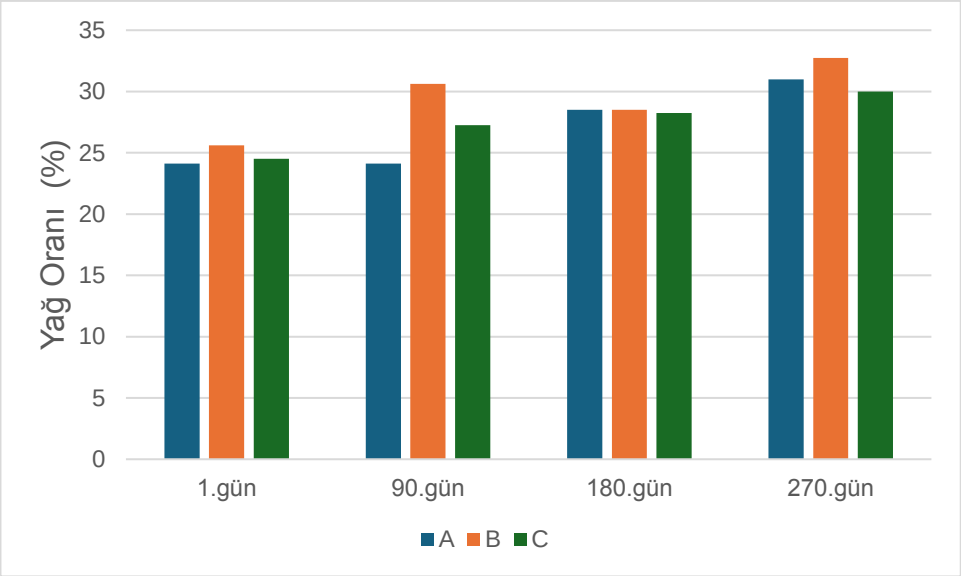
Çizelge 4.5 Yozgat çanak peynir örneklerinin yağ oranları (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	24.12 ± 0.31^{g}	24.12 ± 0.12^{g}	28.5 ± 0.20^{d}	31.00 ± 0.00^{b}
B	25.62 ± 0.37^{f}	30.62 ± 0.37^{bc}	28.50 ± 0.28^{d}	32.75 ± 0.47^{a}
C	24.50 ± 0.28^{g}	27.25 ± 0.75^{e}	28.25 ± 0.25^{d}	30.00 ± 0.57^{c}

a- g: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği;
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.6 Yağ oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	4.958	2	2.479	7.777	**0.002**
Gün	29.492	3	9.831	30.842	**0.000**
Örnek * Gün	10.396	6	1.733	5.436	**0.001**



Şekil 4.2 Yozgat çanak peyniri örneklerinin yağ oranları (%)

Çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peynirinin (A örneği) yağ oranı %24.12 ile %31 arasında değişirken, pastörize sütten üretilen peynirde (B örneği) bu değerlerin %25.62 ile %32.75 arasında olduğu belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış pıhtıdan üretilen peynirlerin (C örneği) yağ oranının ise %24.5 ile %30 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yapılan çalışmalarda geleneksel olarak farklı üreticilerden temin edilen Yozgat çanak peynirlerinde yağ oranının %13 - %40 (Kırdar ve Köse, 2022) ve %5 - %30 (Akyüz vd. 1984) arasında değiştiği bildirmiştir. Peynirlerin yağ oranındaki geniş değişim aralığı peynir üretiminde standart bir üretim yönteminin olmamasından kaynaklanmaktadır.

Yozgat Çanak peynirlerinin yağ oranı üzerine hem ısıl işlem hem olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Sonuçlar, çanak peynirlerinin yağ içeriğinin, depolama süresi boyunca kurumadde oranındaki artışla paralel olarak arttığını göstermiştir. Ancak, ısıl işlem uygulanmış peynir örneklerinde, olgunlaşma sürecinin sonunda yağ oranında daha yüksek artış belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Bu durum, pastörizasyonun serum proteinlerinin yağ hücreleriyle bağlanmasını teşvik ederek yağın geri kazanımını artırmasıyla açıklanabilir (Corredig ve Dalgleish 1996).

Benzer sonuçlar, Sert vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da bildirilmiştir. Pastörize ve çiğ sütten üretilen tulum peynirlerinin yağ oranında bir artış gözlenmiş ve ısıl işlem

uygulanmış sütten üretilen peynirlerin daha yüksek yağ içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Pastörize sütten üretilen peynirlerde kurumadde içeriğinin daha yüksek olması, çiğ sütten üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında daha yüksek yağ içeriğine sahip olmasına neden olmuştur (Sert vd. 2014). Benzer şekilde, Ergin ve Koca (2019), toprakta olgunlaştırılan ve buzdolabında olgunlaştırılan peynirlerde kurumadde değerleriyle paralel olarak yağ oranlarında da doğrusal bir artış tespit etmiştir.

4.3.3 Kül içeriği

Yozgat çanak peyniri örneklerinin kül içerikleri Çizelge 4.7'de ve olgunlaşma süresince kül içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.3'te sunulmuştur.

Peynirlerin kül içeriği üzerine ısıl işlem, olgunlaşma süresi ve interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

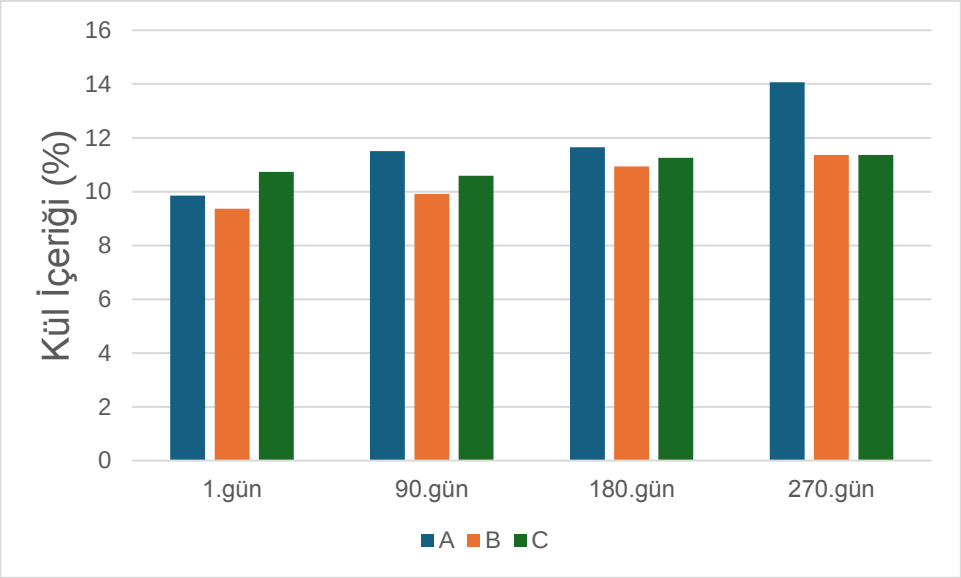
Çizelge 4.7 Peynir örneklerinin kül içeriği (%) (n=2)

Örnekler	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	9.85 ± 0.05^{e}	11.51 ± 0.19^{bc}	11.65 ± 0.32^{b}	14.07 ± 0.41^{a}
B	9.36 ± 0.12^{e}	9.91 ± 0.35^{e}	10.93 ± 0.12^{bcd}	11.36 ± 0.05^{bcd}
C	10.73 ± 0.09^{cd}	10.59 ± 0.09^{d}	11.26 ± 0.12^{bcd}	11.36 ± 0.31^{bcd}

a- e: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.8 Kül içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	3.035	2	1.5175	10.471	**0.000**
Gün	6.969	3	2.3230	16.029	**0.000**
Örnek * gün	2.458	6	0.1449	2.827	**0.031**



Şekil 4.3 Yozgat çanak peyniri örneklerinin kül içerikleri

Tüm peynir örneklerinde, olgunlaşma süresi boyunca kül içeriğinde artış tespit edilmiştir. Çiğ sütten üretilen peynirlerde (A örneği), kül içeriği 270 gün içinde %9.85'ten %14.07'e önemli bir artış göstermiştir (Çizelge 4.7). Pastörize sütten üretiken peynirlerde (B örneği) ise kül içeriği %9.36'dan %11.36'a daha düşük seviyede artış göstermiştir. Isıl işlem uygulanmış pıhtıdan üretilen çanak peynirinde de (C örneği) olgunlaşma süresi boyunca düşük düzeyde bir artış gözlenmiştir.

Kırdar vd. (2013), Yozgat çanak peynirlerinin kül ve mineral madde miktarında mevsimsel değişiklikleri incelemiş; kış aylarında kül içeriği %2.16 ile %5.98 arasında ortalama %3.85 ± 0.26, yaz aylarında ise kül içeriği %2.13 ile %4.14 arasında ortalama %3.00 ± 0.14 olarak rapor edilmiştir bu değerler tez çalışmasında saptanan değerlerden daha düşük düzeydedir (Çizelge 4.7). Gözlenen bu farklılıklar, sütün kompozisyonundaki mevsimsel değişim ile üretim tekniklerindeki değişikliklere bağlanabilir. Bu bulgular, yaz aylarında üretilen ve olgunlaştırılan çanak peynirlerinin, kış aylarında üretilenlere kıyasla daha yüksek mineral içeriğine sahip olduğunu göstermektedir (Kırdar vd. 2013).

Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından beyaz peynir üzerine yapılan bir çalışmada da benzer şekilde, çiğ sütten üretilen peynirlerinin, pastörize sütten üretilen peynirlere kıyasla daha yüksek kül içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Ancak Sert vd. (2014) ile

Çakır ve Çakmakçı (2020) tarafından yapılan çalışmalarda pastörize sütten üretilen Tulum peynirlerinin çiğ sütten üretilen peynirlerine göre daha yüksek kül içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. İlaveten olgunlaşma süresince kül içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Her iki çalışmada pastörize sütten üretilen peynirlerin daha yüksek kuru madde içeriği sahip olduğunu ve kül içeriğindeki artışın kuru madde artışı ile ilişkili olduğu sonucunu desteklemiştir.

4.3.4 Tuz içeriği

Yozgat çanak peyniri örneklerinin tuz içerikleri Çizelge 4.9'da ve olgunlaşma süresince tuz içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.4'te sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin tuz içeriği üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli olmasına karşın ($p<0.05$) interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10' da sunulmuştur.

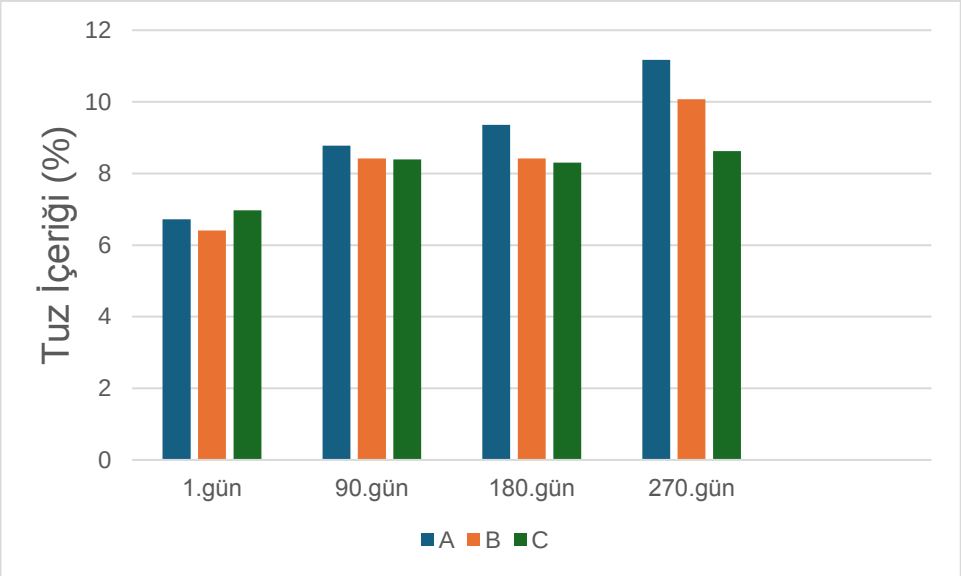
Çizelge 4.9 Yozgat çanak peynir örneklerinin tuz oranı sonuçları (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)				
	1	90	180	270	**Ortalama**
A	6.72±0.03	8.78±0.27	9.36±0.61	11.17±0.11	**9.01±0.43^{a}**
B	6.41±0.15	8.42±0.16	8.42±0.02	10.07±0.36	**8.33±0.34^{b}**
C	6.97±0.10	8.39±0.09	8.30±0.15	8.62±0.09	**8.07±0.17^{b}**
Ortalama	**6.70±1.93^{c}**	**8.53±2.46^{b}**	**8.69±2.51^{b}**	**9.96±2.87^{a}**	

a- c: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.10 Tuz oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	1.524	2	0.7618	5.979	**0.007**
Gün	7.137	3	2.3791	18.673	**0.000**
Örnek * gün	1.421	6	0.1274	1.858	0.129



Şekil 4.4 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tuz değerileri

Tuz, peynirin olgunlaşmasında su aktivitesini etkileyerek, mikroorganizma gelişmesi ve aktivitesinin düzenlenmesinde (Fox 1987, Naguib vd.1979), peynirdeki çeşitli enzim aktivitelerinin düzenlenmesinde (Gouda 1987, Fox ve Walley 1971), pıhtı sinerezinin teşvik edilmesinde (Lucey ve Fox 1993) ve peynir neminin azalmasında (O'Connor 1974) önemli rol oynamaktadır. Belirtilen bu faktörler olgun peynirin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkilemektedir (Guinee ve Fox 2017). Bu çalışmada, Yozgat çanak peynirlerinin tuz içeriği %6.41 ile %11.17 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.9). Bu değerler, Akyüz ve Gülümser (1987) tarafından yapılan çalışmada bildirilen Yozgat çanak peynirlerinin tuz içeriği %3.74 - %8.31'den daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Kırdar ve Köse (2022), çanak peynirlerinin tuz içeriğinde önemli bir varyasyon tespit etmiş ve tuz içeriğinin %2.22 ile %8.89 arasında değiştiğini, ortalama %4.22 olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, İran'ın çanak peyniri olan Kope peynirinde ortalama %4.4 tuz içeriği bildirilmiştir (Esmaeilzadeh vd. 2021). Tuz içeriğindeki farklılık geleneksel yöntemde farklı tuzlama yöntemlerinin ve tuz oranının uygulanmasından kaynaklanmaktadır. İlaveten olgunlaşma süresi ve olgunlaştırma sırasında kullanılan çanak malzemesinin yapısıvb. faktörlere de bağlanabilir.

Peynir örneklerinin olgunlaşma günlerinden bağımsız olarak ortalama tuz içerikleri incelendiğinde, süte ve pıhtıya ısıl işlem uygulanması peynirlerin tuz içerikleri üzerine etkisi önemsiz iken çiğ sütten üretilen peynirin tuz içeriği ile diğer örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm peynir örneklerinin tuz içeriğindeki değişim, olgunlaşma süresince önemli bulunmuştur ($p <0.01$) ve olgunlaşma sürecinin başından 270. güne kadar artış tespit edilmiştir ancak 90.ve 180. günlerde tüm peynirörneklerinin tuz içeriğinde önemli bir artış saptanmamıştır ($p>0.05$). Ancak, olgunlaşma sürecinin sonunda, çiğ sütten üretilen peynirler (A örneği) en yüksek tuz içeriğine (%11.17) sahipken, pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynirlerin (C örneği) ise en düşük tuz seviyesine (%8.62) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun olgunlaşma süresi sonunda peynir örneklerinin kurumadde içeriklerindeki farklılıktan kaynaklandığı belirtilebilir.

Bu sonuçların aksine, diğer araştırmacılar (Sert vd. 2014, Ergin ve Koca 2017, Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023), peynir örneklerinin olgunlaşma süresinde tuz içeriğinde bir azalma tespit etmişlerdir. Söz konusu azalma, olgunlaşma sırasında peynirden ayrılan suyla birlikte bazı tuzların uzaklaştırılmasına bağlanmıştır. Ayrıca, Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023), pastörize sütten üretilen peynirlerde çiğ sütten üretilen peynirlerle kıyaslandığında daha yüksek tuz içeriği belirlemişlerdir. Bu fark, pastörize sütten üretilen peynirlerde daha yüksek nem içeriği bulunması nedeniyle tuzun su içinde daha fazla çözünmesi ile açıklanmıştır (Guinee ve Fox 2017).

4.3.5 pH değeri

Yozgat çanak peyniri örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.11'de ve olgunlaşma süresince pH değerlerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.5'te sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin pH değerleri üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli olmasına karşın ($p<0.05$) interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de sunulmuştur.

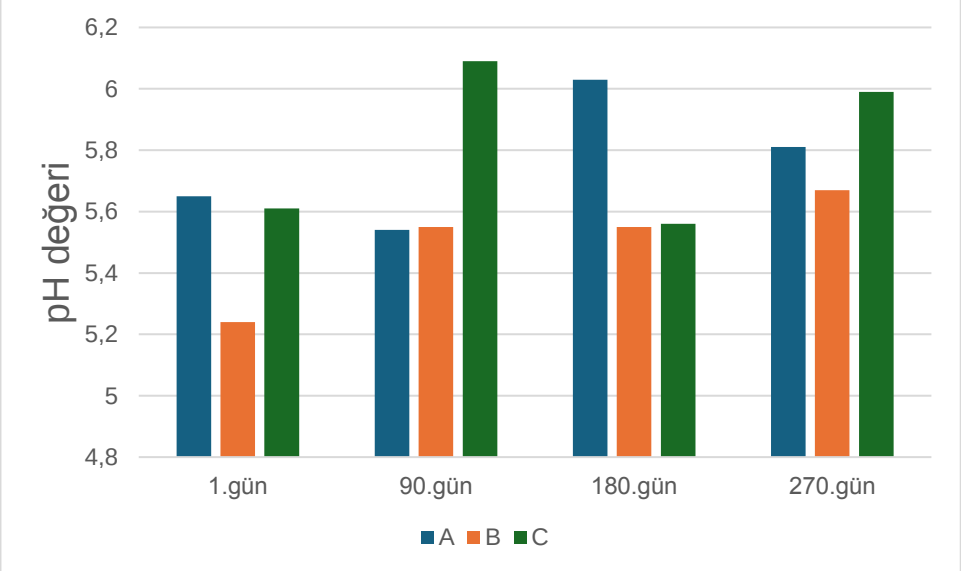
Çizelge 4.11 Yozgat çanak peyniri örneklerinin pH değerleri (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)				
	1	90	180	270	**Ortalama**
A	5.65±0.005	5.54±0.08	6.03±0.17	5.81±0.22	**5.76±0.08^{a}**
B	5.24±0.03	5.55±0.12	5.55±0.14	5.67±0.10	**5.50±0.06^{b}**
C	5.61±0.19	6.09±0.16	5.56±0.14	5.99±0.07	**5.81±0.09^{a}**
Ortalama	**5.50±0.08^{b}**	**5.72±0.10^{a}**	**5.71±0.10^{a}**	**5.82±0.08^{a}**	

a- b: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.12 pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.5126	2	0.25631	11.311	**0.000**
Gün	0.5606	3	0.18686	8.246	**0.000**
Örnek * gün	0.2997	6	0.04995	2.204	0.077



Şekil 4.5 Yozgat çanak peyniri örneklerinin pH değerleri

Yozgat çanak peynirlerinin başlangıç pH değerleri 5.24 ile 6.09 arasında olup, olgunlaşma süresi boyunca hafif düzeyde artış ve azalış ile dalgalanma göstermiştir. Olgunlaşmanın 270. gününde en yüksek pH değeri pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynirde (C örneği) kaydedilmiş, bunu sırasıyla çiğ süt ve pastörize sütle üretilen peynirler izlemiştir (Çizelge 4.11). Bu çalışmanın sonuçları, Kırdar ve Köse (2022) tarafından bildirilen Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerinin pH değerinin 4.54 ile 6.22 arasında ortalama 5.34 pH olarak bildirilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Benzer bir eğilim, Esmaeilzadeh vd. (2021) tarafından Kope peynirlerinde rapor edilmiştir, bu çalışmada da çanak peynirlerin pH değerleri olgunlaşma süresi boyunca artış ve azalış sergilemiştir. Olgunlaşmanın 7. gününde ortalama 5.82 pH iken, 187. günde 6.11 pH' ya yükselmiştir.

4.3.6 Titrasyon asitliği

Yozgat çanak peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.13'te ve olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.6'da sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve interaksiyon etkisi önemli olmasına karşın ($p<0.05$) ısıl işlemin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de sunulmuştur.

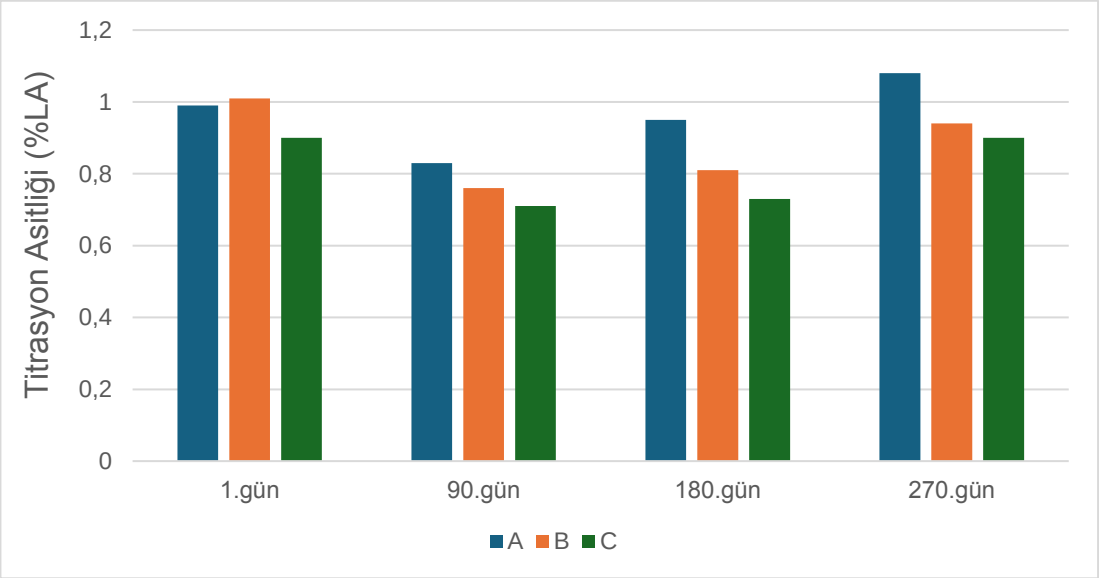
Çizelge 4.13 Yozgat çanak peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (%LA) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	0.99 ± 0.02^{abc}	0.83 ± 0.02^{bcde}	0.95 ± 0.13^{abc}	1.08 ± 0.12^{a}
B	1.01 ± 0.06^{ab}	0.76 ± 0.06^{de}	0.81 ± 0.09^{cde}	0.94 ± 0.02^{abcd}
C	0.90 ± 0.01^{abcde}	0.71 ± 0.09^{e}	0.73 ± 0.04^{e}	0.90 ± 0.02^{abcde}

a- e: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($P < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.14 Titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.01756	2	0.00878	1.191	0.321
Gün	0.20150	3	0.06717	9.113	**0.000**
Örnek * gün	0.14208	6	0.02368	3.213	**0.018**



Şekil 4.6 Yozgat çanak peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerileri

Yozgat çanak peyniri örneklerinin % laktik asit (% L.A) cinsinden titrasyon asitliği değerleri pH değerleri ile uyumlu sonuçlar sergilemektedir. Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemsizken 180. ve 270. günlerde çiğ sütten üretilen peynirin titrasyon asitliği değeri ısıl işlem uygulanmış B ve C örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek titrasyon asitliği değeri, çiğ sütten üretilen peynirde (A örneği), olgunlaşmanın sonunda %1.08 LA ile tespit edilmiştir; bunu sırasıyla pastörize sütten üretilen peynir (B örneği) %0.94 LA ve ısıl işlem görmüş pıhtı peynir (C örneği) %0.90 LA takip etmiştir. Bu sonuçlar, Sert vd. (2014) tarafından yapılan tulum peyniri çalışmalarındaki bulgularla uyumlu olduğu saptanmıştır. Sert vd. (2014), çiğ sütten üretilen peynirlerde titrasyon asitliği değerilerinin %1.08 LA ile %1.38 LA arasında değiştiğini, pastörize sütten üretilen peynirlerde ise

%0.7 LA ile %1.08 LA arasında olduğunu bildirmiştir. Çiğ sütten üretilen peynirlerde yüksek asitlik seviyesinin, doğal lipazların fazla asit oluşturma yeteneğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023), pastörize keçi sütüne starter kültür ekleyerek ürettikleri peynirlerin % L.A değerlerinin, aynı ısıl işlemde starter kültür eklenmeden üretilen peynirlerden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle pıhtıya ısıl işlem uygulanan ve starter kültür ilave edilmeden üretilen C peynir örneğinin % L.A değerinin diğer peynirlerle karşılaştırıldığında titarsyon asitliği değerinin daha düşük olmasını açıklanabilir, Starter kültürler, peynir sütündeki asiditeyi artırarak önemli bir rol oynamaktadır, çünkü bu kültürlerin asit üretme kapasitesi oldukça yüksektir (Hayaloğlu vd. 2005, Dereli vd. 2024).

Olgunlaşma süresince çiğ sütten üretilen örnekte titrasyon asitliği artmış olmasına karşın ısıl işlem uygulanmış örneklerde (B ve C) hemen hemen değişmeden kalmıştır.

Titrasyon asitliği değerleri, tüm örneklerde olgunlaşmanın ilk 90 günü boyunca azalmış, sonrasında ise artış göstermiştir (Şekil 4.6). Ergin ve Koca, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, Sivas peynirlerinde de benzer şekilde, olgunlaşmanın ilk 15 günü boyunca titrasyon asitliği azalmış ve ardından artmıştır. Peynirlerde olgunlaşma süresince asitlik unsurlarında artış ve azalışlar bu süreçte oluşan biyokimyasal reaksiyonların doğal bir sonucudur (Sert vd. 2014; Hayaloğlu, 2003).

4.3.7 Toplam protein içeriği

Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam protein içerikleri Çizelge 4.15'te ve olgunlaşma süresince toplam protein içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.7'de sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin toplam protein içerikleri üzerine ısıl işlem, olgunlaşma süresi ve iki faktörün interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16' da sunulmuştur.

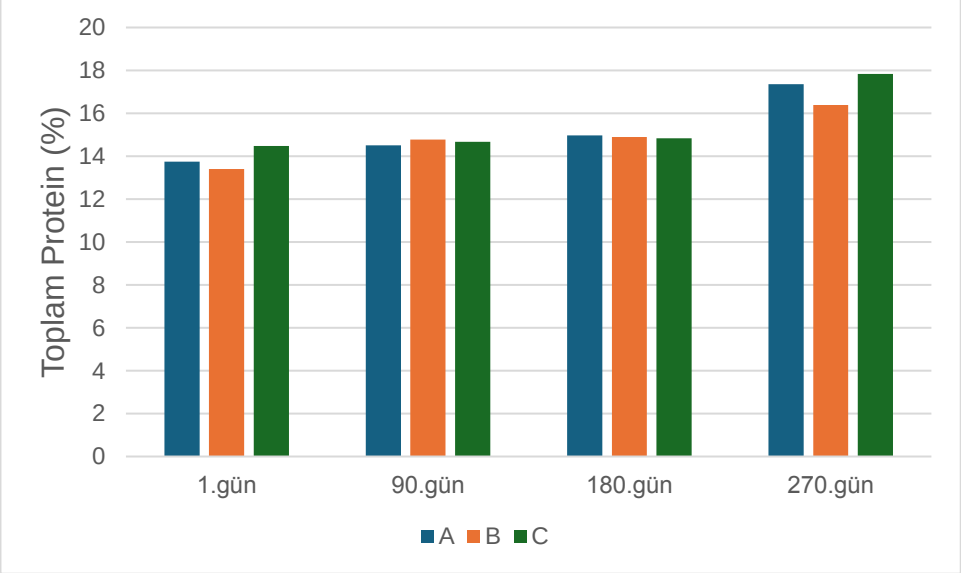
Çizelge 4.15 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam protein değerleri (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	13.74±0.29^{d}	14.50±0.32^{c}	14.97±0.04^{c}	17.35±0.03^{a}
B	13.41±0.54^{d}	14.78±0.12^{c}	14.90±0.31^{c}	16.39±0.92^{b}
C	14.48±0.05^{c}	14.67±0.51^{c}	14.84±0.09^{c}	17.83±0.31^{a}

a- c: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($P < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.16 Toplam protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	5.391	2	2.6953	14.500	**0.000**
Gün	5.952	3	1.9839	10.673	**0.000**
Örnek * gün	8.383	6	1.3972	7.517	**0.000**



Şekil 4.7 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam protein değerileri

Çanak peynirlerinin protein oranları olgunlaşmanın birinci gününde %13.41-%14.48 arasında tespit edilmiştir. Tüm olgunlaşma günlerinde örneklerin protein içeriğine ısıl işlem uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ancak olgunlaşma süresince

tüm peynir örneklerinin toplam protein oranlarındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Olgunlaşmanın 270. gününde örneklerin ortalama protein değeri %13.41'den %17.83'e yükselmiştir. Olgunlaşma süresince kurumadde oranının artmasına bağlı olarak kurumadde de protein miktarı da artmıştır. Yozgat çanak peynirlerinde toplam protein değerleri Akyüz ve Gülümser (1984) tarafından %20.20 ile % 30.07, Kırdar ve Köse (2021) tarafından %12.11 ile %28.21 arasında belirlenmiş, mevcut çalışmadaki deneme örneklerinin toplam protein değerleri ise Akyüz ve Gülümser' 1984) den daha düşük, Kırdar ve Köse (2021)'in bildirdiği değerler ile uyumlu olarak saptanmıştır (Çizelge 4.15). Örneklerin kurumadde değerlerinin artmasına paralel olarak toplam protein oranlarınında oransal olarak artması doğal bir sonuçtur. Genel olarak tüm depolama günlerinde pastörize sütten üretilen peynir örneğinin toplam protein oranı diğer örneklerden nispeten daha düşük bulunmuştur.

4.4 Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.4.1 Koliform bakteri sayımı

Koliform grup bakteri sayıları Çizelge 4.17'de sunulmuştur.

Çizelge 4.17 Yozgat çanak peynir örneklerinin koliform grup bakteri sayıları (log kob/g) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	te	te	te	te
B	te	te	te	te
C	te	te	te	te

te: tespit edilmemiştir
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Deneme örneklerinin hiçbirinde olgunlaşma süresi boyunca koliform bakteri gelişimi tespit edilmemiştir (Çizelge 4.17). Bu durum, üretimde kullanılan hammadde çiğ sütte ve pastörize sütte koliform bakterilerin bulunmaması ile birlikte (Çizelge 4.2) peynir üretim

sürecinde de uygulanan hijyenik üretim koşullarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, olgunlaşma için kullanılan çanakların, gıda kullanımına uygun olarak sertifikalandırılmış olması peynirin olgunlaşması için uygun ve güvenli bir ortam sağlamıştır. Olgunlaşma süreci dikkatle yönetilmiş ve çanak peynirleri, temiz ve kontrollü bir laboratuvar ortamında, karton kutulara yerleştirilen toprak içinde gömülü olarak saklanmıştır. Bu uygulamalar, olası kontaminasyonu engelleyerek peynirin mikrobiyolojik kalitesinin korunmasına katkı sağlamıştır.

4.4.2 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayı

Toplam mezofilik aerobik grup (TMAB) mikroorganizma sayıları Çizelge 4.18'de ve olgunlaşma süresince TMAB sayılarındaki değişim grafik halinde Şekil 4.8'de sunulmuştur.

Çanak peyniri örneklerinde ısıl işlemin toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayımları üzerindeki etkisi incelendiğinde, tüm örneklerdeki TMAB sayısı arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak, tüm peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca TMAB sayısındaki azalma istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ilaveteniki faktör arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayıları (log kob/g) (n=2)

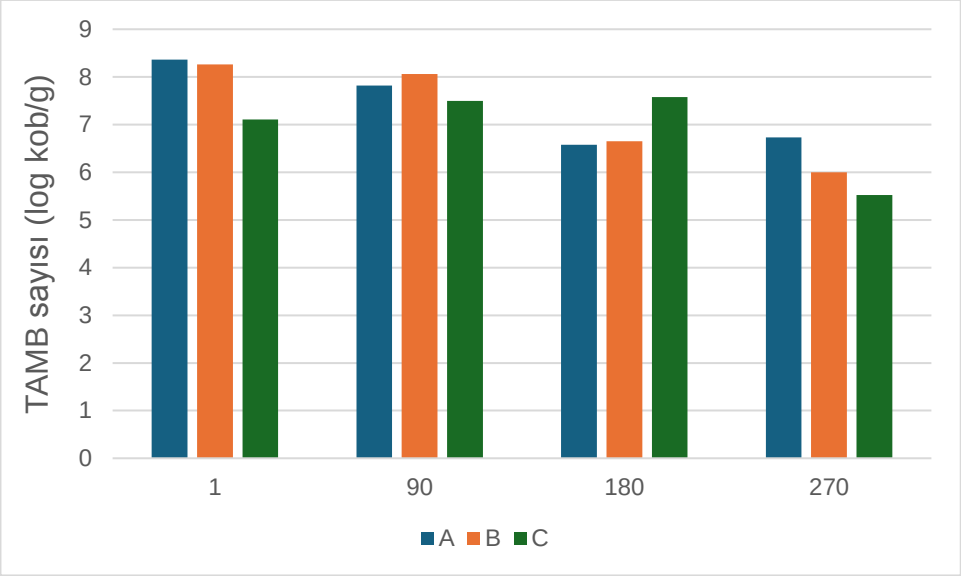
Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	8.36±0.16	7.82±0.13	6.58±0.58	6.73±0.73
B	8.26±0.17	8.06±0.20	6.65±0.66	6.00±0.00
C	7.11±0.0.72	7.5±0.34	7.58±0.19	5.52±0.52

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.19 Toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.868	2	0.4338	0.384	0.686
Gün	3.614	3	1.2046	3.19	0.052

Örneklerin mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayısılarına veri seti interaksiyon denemeye uygun olmadığından sadece faktörlerin ana etkileri incelenmiştir.



Şekil 4.8 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayıları

Peynirlerin tümünde, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında en yüksek seviyeler olgunlaşmanın ilk aşamasında bulunmuş ve olgunlaşma süresi boyunca TMAB sayısı azalmıştır (Şekil 4.8). Olgunlaşmanın 270. gününde 5.52 ile 6.73 log kob/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.18). Benzer sonuçlar, Hayaloğlu vd. (2007) tarafından Tulum peynirlerinde ve Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından çiğ süt ve pastörize sütten üretilen keçi peynirlerinde de bildirilmiştir. Peynir örneklerinin olgunlaşma sırasında TMAB sayısındaki azalma, su aktivitesinin (aw) düşüşüne bağlı olabilir. Su aktivitesindeki azalma ise özellikle toprakta gömülü kavanozlarda olgunlaştırılan peynirlerde daha belirgin olarak ortaya çıkmakta ve çevresiyle olan etkileşim sonucu nem kaybı daha fazla olmaktadır (Ergin ve Koca 2019). Ayrıca, olgunlaşma süreci boyunca

tuz konsantrasyonunun artması da TMAB sayısındaki azalmayı etkileyen bir diğer faktördür (Guinee ve Fox 2017).

4.4.3 Maya ve küf sayımı

Maya ve küf grubu mikroorganizma sayıları Çizelge 4.20'de ve olgunlaşma süresince toplam Maya ve küf sayılarındaki değişim grafik halinde Şekil 4.9'da sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin maya ve küf grup mikroorganizma sayıları üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de sunulmuştur.

Çizelge 4.20 Yozgat çanak peynir örneklerinin Maya ve küf grup mikroorganizma sayıları (log kob/g) (n=2)

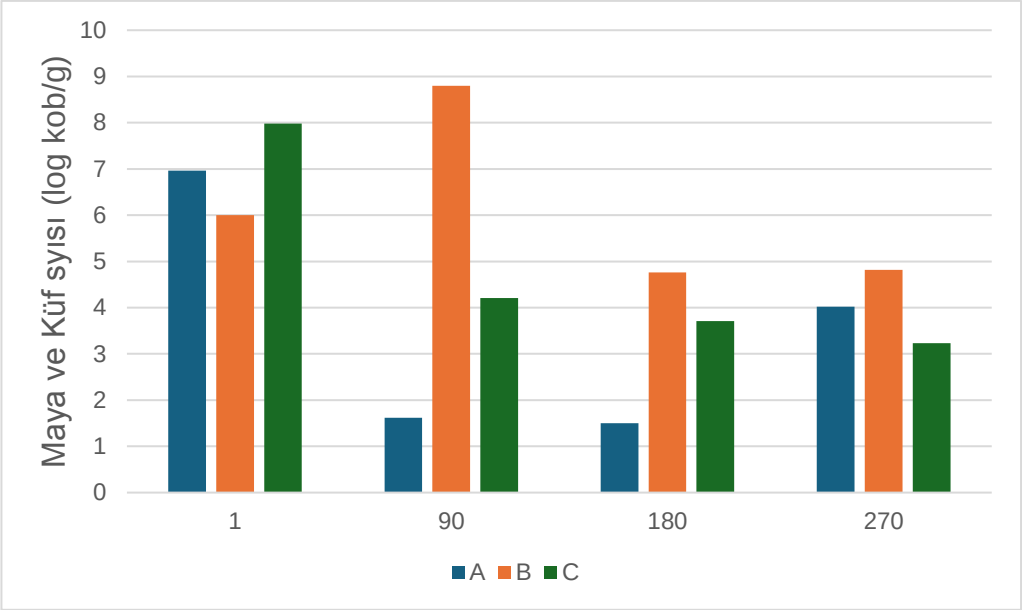
Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	6.96±1.38	1.62±1.62	1.50±1.50	4.02±0.02
B	6.00±2.00	8.80±1.61	4.76±1.76	4.82±4.82
C	7.98±1.04	4.21±0.17	3.71±0.54	3.23±0.93

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.21 Maya ve küf grup mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	10.49	2	5.246	0.618	0.550
Gün	19.02	3	6.341	0.732	0.548

Örneklerin maya-küf sayısılarına veri seti interaksiyon denemeye uygun olmadığından sadece faktörlerin ana etkileri incelenmiştir.



Şekil 4.9 Yozgat çanak peyniri örneklerinin maya ve küf grubu mikroorganizma sayıları

Peynir örneklerinde maya ve küf sayısı, olgunlaşma süresi boyunca önemli bir dalgalanma göstermiştir (Şekil 4.9) ve tüm örneklerin maya ve küf sayısı toplamı 1.50 ile 8.80 log kob/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.20). Bu değerler, Ergin ve Koca (2019) tarafından benzer olgunlaşma sürecine sahip Sivas peynirlerinde belirlenmiş maksimum maya ve küf sayısı 3.81 log kob/g' dan ve Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından çiğ sütten üretilen keçi peynirlerinde belirlenmiş 4.65 log kob/g'dan daha yüksek bulunmuştur. Ancak Hayaloğlu vd. (2007) tarafından çiğ sütten üretilen bu peynirlerde maya ve küf sayılarının olgunlaşmanın ilk aşamasında 5.2 ile 6.04 log kob/g arasında ve olgunlaşmanın sonunda 7.57 log kob/g'a ulaştığı bildirilen sonuçlarla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, geleneksel üretim sürecinde hijyenik koşulların temin edilmesi çabalarına rağmen, maya ve küf kontaminasyonunun sınırlanamamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ısıl işlem (süt pastörizasyonu veya pıhtıya uygulanan ısıl işlem), üretim sürecindeki uzun tuzlama ve taş ile baskılama aşamalarından dolayı maya ve küf gelişimini engellemekte yeterli olmamıştır. Maya ve küflerin depolama süresince sürekli varlığı, onların laktik asidi kullanma yeteneklerine bağımlı aerobik ve asidik ortamda gelişebilme özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Fox ve Cogan 2004). Ayrıca peynirin toprağa gömülü çanaklarda olgunlaştırılması, küf kontaminasyonu kaynağı olabilmektedir (Ergin ve Koca 2019). Sengul vd. (2001), pastörize ve çiğ sütle ürettikleri

peynirlerde maya ve küf sayılarının, tulumlarda olgunlaştırılan peynirlerde plastik kaplarda olgunlaştırılan peynirlerden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu raporlamıştır.

Olgunlaşmanın ilk 90 günü boyunca, A ve C peynir örneklerinde diğer bir deyişle çiğ sütten üretilen peynirlerde maya ve küf sayısı önemli ölçüde azalmıştır. Bu durum çiğ sütten üretilen peynirlerde bulunan NSLAB antifungal etkilerine bağlanmaktadır. NSLAB laktik asit ve bakteriyosin gibi antimikrobiyal metabolitler üreterek maya ve küflerin gelişmesini baskılamaktadır (Liang vd. 2022). Buna karşın, pastörize sütten üretilen peynirlerde maya ve küf sayılarındaki artış, ısıl işlemin sütün doğal mikroflorası üzerindeki inhibitör etkisi ile açıklanmaktadır. Sütün doğal mikroflorasında antifungal özellikler gösterenler bileşenler de bulunmaktadır (Clare vd. 2003).

4.5 Peynir Örneklerinde Olgunlaşma

Peynirin olgunlaşması, peynir çeşidine özgü lezzet ve yapıda meydana gelen değişimleri kapsar (Smit vd. 2005). Bu kapsamda peynirde belirli koşullar altında belirli süreler içerisinde mikrobiyolojik, biyokimyasal ve metabolik reaksiyonlar oluşur (Singh vd. 2003, Farkye 2004). Bu değişimlere etki eden özellikler nem, pH, tuz, starter olmayan mikroflora ve ilave edilen starterlerin etkileri ile önemli düzeyde değişebilmektedir (Singh vd. 2003). Birincil değişimler; proteoliz, glikoliz ve lipolizdir. İkincil katabolik değişimler ise amino asitlerin deaminasyonu, dekarboksilasyonu ve desülfürizasyonu, yağ asitlerinin oksidasyonu ve esterifikasyonu gibi bazı biyokimyasal değişimlerdir (McSweeney 2004). Birincil reaksiyonlar genellikle peynirin yapısal değişimi ve aroma oluşum mekanizmaları üzerinde etkili olurken, ikincil reaksiyonlar ise peynirin duyusal özellikleri ve yapısını üzerine etkili olmaktadır (Singh vd. 2003).

Proteoliz; peynirin olgunlaşması süresince oluşan en kompleks ve önemli biyokimyasal reaksiyondur. Olgunlaşma boyunca gerçekleşen tüm proteoliz reaksiyonlarının sonucunda uzun ve orta zincirli peptitler, kısa peptitler ve serbest amino asitler oluşur. İleri proteoliz reaksiyonu ile oluşan kısa peptitler ve serbest amino asitler peynir lezzetinin oluşmasında etkilidir (McSweeney ve Sousa 2000, Sousa vd. 2001, Upadhyay vd. 2004).

Bu bölümde olgunlaşma düzeyini belirlemek için; toplam azot, suda çözünen azot, olgunlaşma indeksi, toplam serbest amino asit miktarı parametreleri incelenmiştir.

4.5.1 Toplam azot içeriği

Yozgat Çanak Peyniri örneklerinin toplam azot içerikleri Çizelge 4.22'de ve olgunlaşma süresince toplam azot içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.10'da sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin toplam azot içeriği üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin ve interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

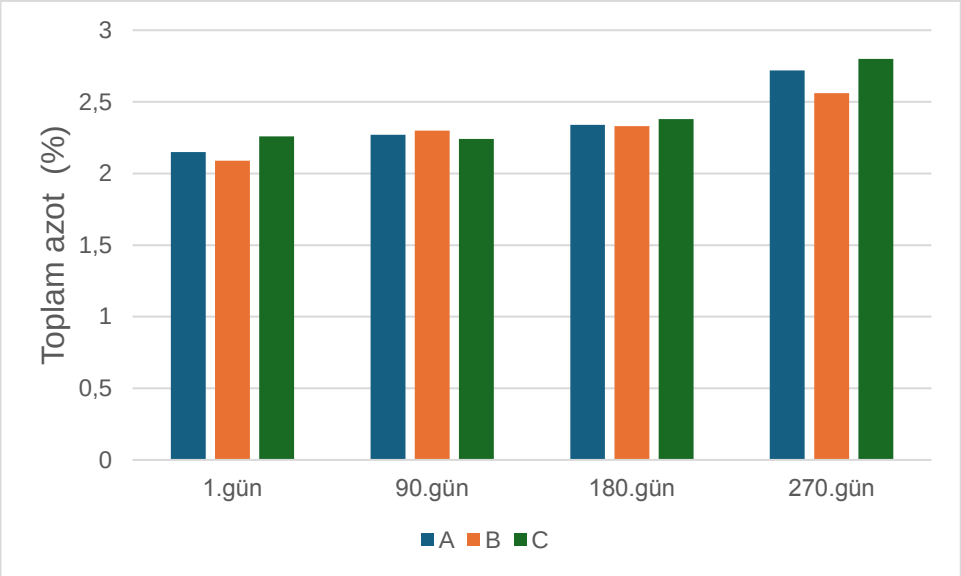
Çizelge 4.22 Yozgat çanak peynir örneklerinin Toplam azot değerleri (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)				
	1	90	180	270	**Ortalama**
A	2.15±0.04	2.27±0.05	2.34±0.006	2.72±0.006	**2.15±0.02^{b}**
B	2.09±0.09	2.30±0.01	2.33±0.04	2.56±0.14	**2.09±0.04^{c}**
C	2.26±0.008	2.24±0.07	2.38±0.06	2.80±0.05	**2.26±0.003^{a}**
Ortalama					

a- c: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.23 Toplam azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.079	2	0.039	1.104	0.372
Gün	1.858	3	0.619	61.850	**0.000**
Örnek * gün	0.107	6	0.017	1.789	0.139



Şekil 4.10 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam azot içerikleri

Toplam azot (TN) içeriği, peynirde proteoliz düzeyini için önemli bir göstergedir (Fox vd. 2004). Kazeinin ilk hidrolizi, peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzim ve kısmen mikroorganizmalar tarafından üretilen proteinazlar aracılığıyla gerçekleşir. Bu hidrolizin nihai ürünleri, büyük moleküler ağırlıklı peptitler (suya çözünmeyen) ve orta büyüklükte peptitler (suya çözünebilen) olarak ortaya çıkar ve olgunlaşma ilerledikçe bu peptitler rennin, starter kültür olan ve starter kültür olmayan bakterilerin proteazları ve peptidazları tarafından küçük moleküler ağırlıklı peptitlere, serbest amino asitlere ve azotlu bileşenlere parçalanır (Sousa vd. 2001, Fox vd. 2004).

Yozgat çanak peynirlerinin toplam azot içeriği olgunlaşmanın 1. gününde %2.09-%2.26 arasında, olgunlaşmanın sonunda %2.56-%2.80 arasında bulunmuştur. Peynir örnekleri arasında, toplam azot içeriğinin en yüksek olduğu değer, ısıl işlem görmüş pıhtıdan üretilen peynirde (C örneği) tespit edilmiş, bunu sırasıyla çiğ sütten üretilen peynir ile pastörize sütten üretilen peynir takip etmiştir. Ancak örneklerin toplam azot içerikleri arasındaki bu farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük toplam azot değeri pastörize sütten üretilen peynirde saptanmıştır. Bu durum, proteoliz üzerine sütün doğal mikroflorasının rolünü vurgulamaktadır. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam azot değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Bu çalışmanın sonuçları ile paralel olarak, Rezaei vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, çiğ süt ve pastörize süt ile üretilen peynirlere göre daha fazla kazeinin hidrolize olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, ısıl işlem uygulamasının hem birincil hem de ikincil proteoliz üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Rezaei vd. 2020). Çiğ süt ve pastörize sütten üretilen peynirlerin kazein hidroliz düzeyindeki fark, çiğ süt mikroflorasındaki starter olmayan peptidazların etkinliğinden de kaynaklanabileceği gibi ısıl işlem görmüş sütlerde denatüre serum proteinlerinin, kazein ile interaksiyonu sonucu proteazların kazein üzerineetkisini sınırlandırabileceği de dikkate alınmalıdır (Lau vd. 1991).

4.5.2 Suda çözünebilen azot (WSN) içeriği

Yozgat çanak peyniri örneklerinin suda çözünebilen azot içerikleri Çizelge 4.24'te ve olgunlaşma süresince suda çözünebilen azot içeriklerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.11'de sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin suda çözünebilen azot içeriği üzerine ısıl işlem etkisi önemsiz olmasına karşın ($p>0.05$), olgunlaşma süresi ve interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

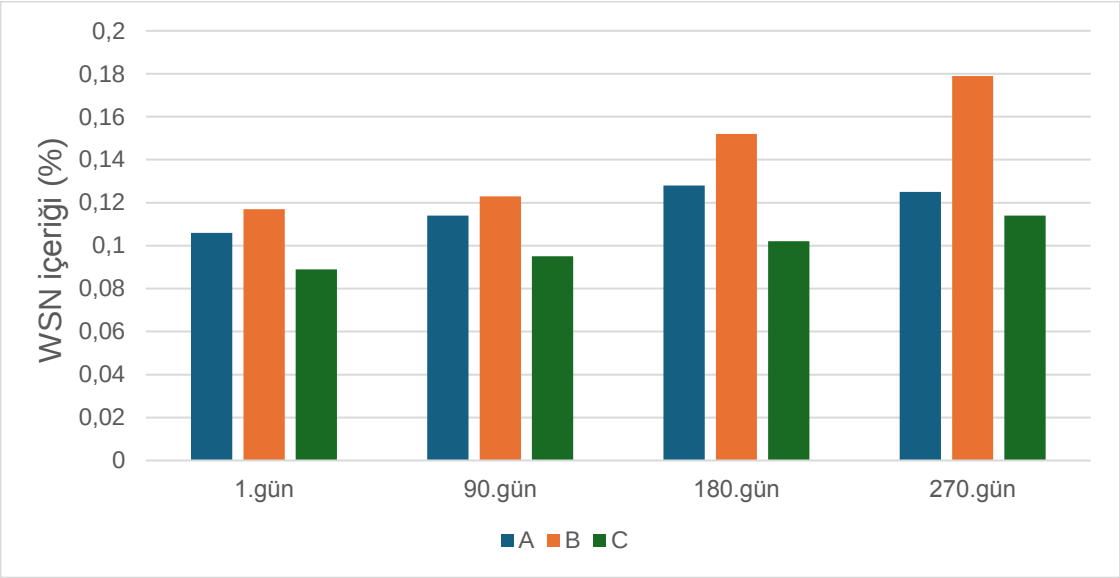
Çizelge 4.24 Yozgat çanak peynir örneklerinin suda çözünebilen azot değerleri (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	0.106 ± 0.003^{de}	0.114 ± 0.002^{cd}	0.128 ± 0.003^{c}	0.125 ± 0.003^{c}
B	0.117 ± 0.002^{cd}	0.123 ± 0.004^{c}	0.152 ± 0.001^{b}	0.179 ± 0.015^{a}
C	0.089 ± 0.003^{f}	0.095 ± 0.004^{ef}	0.102 ± 0.002^{def}	0.114 ± 0.007^{cd}

a- f: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p< 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.25 Suda çözünebilen azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.0002131	2	2.6953	1.657	0.211
Gün	0.0006842	3	1.9839	3.545	**0.029**
Örnek * gün	0.0014093	6	1.3972	3.651	**0.010**



Şekil 4.11Yozgat çanak peyniri örneklerinin WSN değerileri

Yozgat çanak peynirlerinin suda çözünen azot değeri (WSN) pastörize sütten üretilen peynirlerindede B örneğinde, çiğ sütten üretilen peynirlerindeden de A örneğinde daha yüksek bulunmuştur. En düşük suda çözünebilen azot değeri pıhtıya ısıl işlem uygulanmış (C peynir) örneğinde tespit edilmiştir. Tüm olgunlaşma dönemlerinde peynir örneklerinin suda çözünebilen azot değerleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Sonuçlar, tüm çanak peynirlerinde olgunlaşma süreci boyunca WSN miktarının arttığını göstermiştir (Şekil 4.11). Peynirlerde WSN değerleri olgunlaşma sürecinin sonunda %0.089 ile %0.179 arasında değişmiştir.

Kırdar ve Köse (2006), Yozgat ilinden temin edilen olgunlaşma süreleri farklı olan çanak peynirlerinde WSN değerlerinin %0.09 ile %0.68 arasında değiştiğini bildirmiştir. Akyüz

ve Gülümser (1984) ise bu değerin daha yüksek olduğunu, %0.27 ile %2.4 arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu farkların, standardize edilmemiş üretim yöntemleri, hammadde sütlerinin türü ve kalitesi, olgunlaşma süresi ve kullanılan ambalaj malzemelerindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada tespit edilen WSN değerleri, toprak altında olgunlaşan çiğ koyun sütünden yapılan kope peynirlerinden (Esmaeilzadeh vd. 2021), 90 gün olgunlaştırılan çiğ inek sütünden yapılan Sivas peynirlerinden (Ergin ve Koca 2019) ve 90 gün boyunca keçi derilerinde olgunlaştırılan çiğ keçi sütünden yapılan cimi tulum peynirlerinden (Karagözlü vd. 2009) daha düşük bulunmuştur. Peynir örneklerinin düşük WSN değerleri, aynı zamanda sahip oldukları yüksek tuz miktarının proteoliz hızını düşürmesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir (Quigley vd. 2011).

Ek olarak, WSN düzeyi, peynirin olgunlaşma sürecinde proteinin peptitlere ve serbest amino asitlere dönüşümünü gösteren önemli bir kalite göstergesidir. Proteoliz, peynir olgunlaşmasındaki en önemli biyokimyasal süreçlerden biri olup, peynirin dokusu, lezzeti ve genel olarak olgunlaşması üzerinde belirleyici bir rol oynar (McSweeney ve Fox 1997). Bu çalışmada tüm peynir örneklerinde suda çözünebilen azot içeriğindeki artış, olgunlaşmanın başlangıç aşamalarında büyük moleküler ağırlıklı peptitlerin oluşumunu işaret etmektedir.

Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023), keçi peynirlerinde WSN değerlerinin ısıl işlem ve starter kültür ilavesinden önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir. Suda çözünebilen azot fraksiyonu, çoğunlukla pıhtılaştırıcı enzimin etkisiyle üretilir (Roseiro vd. 2003), ancak starter bakteriler veya plasmin tarafından da üretilebilmektedir (Visser 1977, Fox vd. 2017). Bu çalışmadaki bulgularla uyumlu olarak pastörize sütten üretilen peynirlerde en yüksek WSN değeri gözlenmiş ve olgunlaşmanın sonunda %0.179'e ulaşmıştır.

Diğer taraftan, A ve C peynirlerindeki WSN artışı, peynirin yüksek pH değerine bağlı olarak, kimozin ve plazmin gibi proteolitik enzimlerin etkisine bağlanabilir (Juan vd. 2016). Ayrıca, üretim sonrasında bakteriyel aktivite de bu peynirlerde gözlenen proteolize katkıda bulunmuş olabilir.

4.5.3 Olgunlaşma indeksi

Yozgat çanak peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi Çizelge 4.26'da ve olgunlaşma süresince olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.12'de sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin olgunlaşma indeksi üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli olmasına karşın ($p<0.05$), interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27' de sunulmuştur.

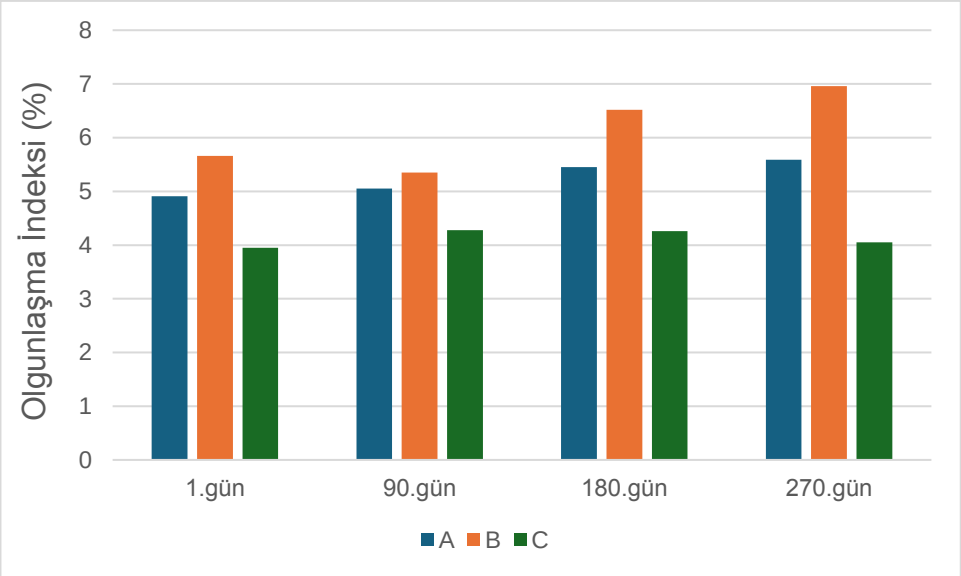
Çizelge 4.26 Yozgat çanak peynir örneklerinin olgunlaşma indeksi (%) (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)				
	1	90	180	270	Ortalama
A	4.91±0.05	5.05±0.20	5.45±0.14	4.59±0.12	**5.00±0.40^{b}**
B	5.66±0.37	5.35±0.27	6.52±0.17	6.96±0.19	**6.12±0.20^{a}**
C	3.95±0.12	4.28±0.29	4.26±0.11	4.05±0.32	**4.13±0.10^{c}**
Ortalama	**4.84±0.83^{b}**	**4.89±0.66^{b}**	**5.41±0.99^{a}**	**5.20±1.38^{a}**	

a-c: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.27 Olgunlaşma indeksi'ne ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	2.110	2	1.0548	10.770	**0.000**
Gün	1.074	3	0.3579	3.654	**0.026**
Örnek * gün	1.221	6	0.2035	2.078	0.093



Şekil 4.12 Yozgat çanak peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerileri

Olgunlaşma süresi sonunda tüm peynir örneklerinde olgunlaşma indeksinin arttığı, buna bağımlı proteolizin ilerlediği anlaşılmaktadır.

Yozgat çanak peyniri örneklerinin 270 günlük olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma indeksi değerleri %3.95-6.96 arasında değişmiştir. Deneme örneklerinin (A, B ve C) olgunlaşma indeksi değerleri, Kırdar ve Köse (2022) tarafından Yozgat ilinden toplanan çanak peynirleri için bildirilenlerden daha düşük bulunmuştur. Ancak Akyüz ve Gülümser (1984) tarafından yapılan araştırmadaki olgunlaşma düzeyi ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, benzer geleneksel peynirlerle karşılaştırıldığında, olgunlaşma indeksi değerlerinin İran kope peyniri (Esmaeilzadeh vd. 2021) ve tulum peynirlerinden (Tarakcı ve Durmuş 2016, Tekin ve Güler 2019) daha düşük olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın, çanak peyniri örneklerin standart koşullarda üretilmemesinden ve yüksek tuz içeriğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Söz konusu çalışmalarda incelenen peynir örneklerinin tuz içeriği %2.48-8.92 arasındadır ve bu tez çalışmasındaki örneklerin tuz içeriğinden daha yüksek düzeydedir. Tuz içeriği, enzimatik ve mikrobiyal aktiviteleri, nem içeriğini ve buna bağlı olarakkazeinin hidrolizinietkileyen önemli bir faktördür (Fox vd. 2017).

Çizelge 4.26'ya göre, pıhtıya ısıl işlem uygulanmış C örneği tüm günlerde en düşük olgunlaşma düzeyine sahip iken bunu sırasıyla çiğ sütten üretilen A örneği ve pastörize sütten üretilen B örneği izlemiştir. B peynir örneğinde olgunlaşmanın ilk gününden itibaren daha yüksek seyretmesinin nedeni seçilmiş bakteri suşlarının yer aldığı starter kültür kullanılmasından kaynaklandığı belirtilebilir. Starter kültür kullanımının proteolizi artırabileceği ve starter kültür içermeyen peynirlerin yalnızca doğal mikroflora'ya dayanarak daha yavaş proteoliz gösterebileceği belirtilmektedir (McSweeney 2004). Elde edilen verilerle uyumlu olarak, Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından yapılan araştırmada pastörize süt kullanılarak ve starter kültür eklenerek üretilen keçi peynirlerinin, 90 günlük olgunlaşma süresinde çiğ sütten üretilen örneklere göre daha yüksek WSN/TN oranı (%29.66) gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, starter kültür eklenmeyen ve ısıl işleme tabi tutulmuş peynirlerde en düşük proteoliz seviyesi belirlenmiştir (Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023). Ancak, bazı çalışmalarda da sütün pastörizasyonun cheddar (McSweeney vd. 1993) ve İsviçre tipi peynirlerin (Beuvier vd. 1997) WSN/TN oranı üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Çalışmadaki bulguların aksine diğer bazı çalışmalarda, çiğ süt peynirlerinin, pastörize süt peynirlerine kıyasla çok daha yüksek olgunlaşma indeksi seviyeleri gösterdiği ve bunun çiğ sütteki daha yüksek mikrobiyal yük ve plazmin aktivitesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Çelik 2007, Rezaei 2020). Khosrowshahi vd. (2006), çiğ sütten üretilen İran çanak peynirlerinin, pastörize sütten üretilenlere göre daha yüksek olgunlaşma indeksi değerleri tespit etmişlerdir. Ayrıca, pastörizasyon sıcaklığının 65 ºC'den 75 ºC'ye çıkarılmasının olgunlaşma indeksini artırdığı, ancak 85 ºC'ye kadar olan daha yüksek ısıl işlemin olgunlaşma indeksini azalttığı da belirtilmektedir (Folkertsma vd.1996).

4.5.4 Toplam serbest amino asit içeriği (TSAA)

Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam serbest amino asit değerleri Çizelge 4.28'de ve olgunlaşma süresince TSAA değerlerindeki değişim grafik halinde Şekil 4.13'te sunulmuştur.

Deneme peynirlerinin TSAA değerleri üzerine ısıl işlem, olgunlaşma süresi ve interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da sunulmuştur.

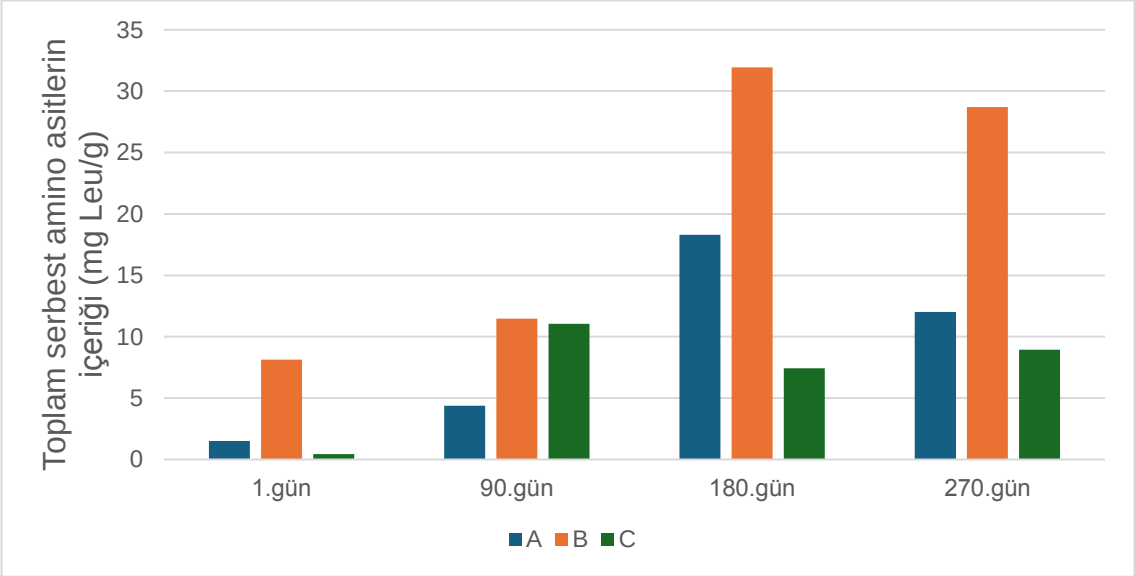
Çizelge 4.28 Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam serbest amino asit değerleri (n=2)

Örnek	Olgunlaşma süresi (gün)			
	1	90	180	270
A	1.59 ± 0.26^{h}	4.38 ± 0.84^{g}	18.31 ± 0.47^{c}	12.01 ± 0.32^{d}
B	8.14 ± 0.54^{ef}	11.47 ± 0.12^{d}	31.93 ± 0.71^{a}	28.70 ± 0.62^{b}
C	0.44 ± 0.04^{i}	11.06 ± 0.73^{d}	7.43 ± 0.43^{f}	8.93 ± 0.58^{ef}

a-i: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.29 Toplam serbest amino asitler değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	55.14	2	27.57	45.975	**0.000**
Gün	136.07	3	45.36	75.628	**0.000**
Örnek * gün	32.84	6	5.47	9.126	**0.000**



Şekil 4.13 Yozgat çanak peyniri örneklerinin toplam serbest amino asit değerleri (mg Leu/g)

Peynir örneklerinin toplam serbest aminoasit düzeyi arasındaki farklılık tüm olgunlaşma günlerinde istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca tüm peynir örneklerinde, olgunlaşma süresince serbest amino asit içeriğindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.28'de incelendiğinde, pastörize sütten üretilen peynirlerde (B örneği) en yüksek toplam serbest amino asit içeriğine, pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneklerinin (C örneği) ise en düşük TSAA içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Tüm olgunlaşma dönemlerinde örnekler arasında aynı eğilim saptanmıştır. Olgunlaşmanın 270. gününde B örneğinin toplam serbest amino asit düzeyi 28.70 mg Leu/g'ye ulaşırken, A ve C peynir örneklerinde bu değer sırasıyla 12.01 mg Leu/g ve 8.93 mg Leu/g olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından bildirilen 90 günlük olgunlaşma süresi değerleri ile benzer bir eğilim göstermektedir. Çalışmada, starter kültür içeren pastörize sütle üretilen peynirlerde toplam serbest amino asit seviyelerinin (12.61 mg Leu/g peynir) daha yüksek olduğu, ardından çiğ sütten üretilen peynirlerin geldiği, en düşük TSAA seviyelerinin ise pastörize sütle ancak starter kültür içermeyen peynirlerde tespit edildiği belirlenmiştir (Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023).

Çiğ sütten üretilen peynirde (A örneği) ve pastörize peynirde (B örneği) toplam amino asit içeriği olgunlaşma sürecinde önemli düzeyde artmış, ancak 270. günde 180. güne göre hafif bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.13).

Toplam serbest amino asitlerdeki artış, olgunlaşma sırasında peptitlerin serbest amino asitlere dönüşümü ile ilişkilidir ve bu süreç bakteriyel aktiviteyle hızlanmaktadır (McSweeney ve Sousa 2000). Peynir örneklerinin TSAA değerleri olgunlaşma indeksi değerleri ile uyumlu olarak en yüksek proteoliz starter kültür ilave edilerek pastörize sütten üretilen peynirlerde belirlenmiştir.

4.6 Peynir örneklerinde lipoliz

4.6.1 Serbest yağ asitleri kompozisyonu

Lipid hidrolizi, olgunlaşmış peynirlerin çoğu için temel bir kalite parametresi olarak değerlendirilmektedir, çünkü bu biyokimyasal reaksiyon, peynirin fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinde bazı değişikliklere yol açmakta ve özellikle istenilen tat-aroma niteliklerinin oluşmasını sağlamaktadır (Fox vd. 2017). Çanak peynirinde, peynirin olgunlaşma sürecinde çömlek kapta saklanıp toprağa gömülmesiyle peynirin tekstüründe oluşan anaerobik koşullar peynirin olgunlaşmasında özel bir öneme sahiptir. Peynir kalitesi üzerindeki önemli etkilerine rağmen, proteolizle karşılaştırıldığında, kaliteye katkı sağlama rolü daha az araştırılmıştır (Collins vd. 2003). Trigliseritlerin hidrolizi sonucu açığa çıkan serbest yağ asitleri (SYA), peynirin aroma gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu, SYA'nın doğrudan ya da enzimatik olarak, metil ketonlar, sekonder alkol ve ester gibi diğer bileşenlere dönüşümüyle gerçekleşmektedir (McSweeney 2000, Collins vd. 2003).

Çanak peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca kısa zincirli, orta zincirli ve uzun zincirli yağ asitleri ile toplam yağ asidi içeriği olarak kategorize edilen serbest yağ asitlerinin dağılımını Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Yozgat çanak peynirlerinin serbest yağ asitleri içeriğinin molekül büyüklüğüne göre dağılımı (ppm)

	A	**B**	**C**
∑ Kısa ve Orta zincirli SYA (C4:0–C16:0)	251.31	50.58	178.51
∑ Uzun zincirli SYA (≥C18:0)	96.62	49.56	78.98
∑ (C4:0 -C18:3)	**347.93**	**100.14**	**257.49**

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Olgunlaşma sonunda, çiğ sütten üretilen peynirde (A örneği) toplam serbest yağ asitleri miktarı en fazla olup en yüksek lipoliz derecesine sahip örnek olmuştur Bunu pıhtıya ısıl işlem uygulanan peynir takip etmiştir ve pastörize sütten üretilen peynir (B örneği) SYA birikimi en az olup lipoliz derecesi en düşük olan örnek olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.30). Benzer sonuç, Sert vd. (2014) tarafından yapılan, çiğ ve pastörize keçi sütü ile üretilen tulum peynirlerinin 180 gün olgunlaşma süresince lipoliz değişimlerini inceledikleri çalışmada elde edilmiştir. Bu çalışmada çiğ sütten üretilen peynirin, pastörize sütten üretilen'e kıyasla daha yüksek düzeyde SYA konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir (Sert vd. 2014).

Çiğ sütten üretilen A örneği, kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin (251.31 ppm) daha yüksek konsantrasyonu ile karakterize edilmiştir ve bu bulgu literatürde yer alan bir çok çalışma ile uyumludur. Beuvier vd. (1997) İsviçre peynirlerinde uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonunun, pastörize sütle üretilenlere kıyasla çiğ süt peynirlerinde daha yüksek olduğunu, bunun da sütün doğal mikroflorasından kaynaklandığını göstermiştir. Benzer şekilde, Williams ve Banks (1997), çiğ sütten üretilen cheddar peynirinin daha fazla kısa ve orta zincirli serbest yağ asitlerine sahip olduğunu ve NSLAB'nin cheddar peynirinin olgunlaşması sırasında yağ asitlerinin serbest bırakılmasında önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Çiğ sütten üretilen A örneği ve çiğ sütten üretilen ancak pıhtıya ısıl işlem uygulanan C örneğinde kısa ve orta zincirli serbest yağ asitleri toplamının uzun zincirli serbest yağ asitleri toplamından daha fazla olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.30).

Benzer şekilde, Hayaloğlu ve Karabulut (2013a)'un Türkiye'nin 11 peynir çeşidinde serbest yağ asidi profillerini inceledikleri çalışmada, çanak peynirinin teleme, tulum ve Van otlu peynirlerine kıyasla daha yüksek düzeyde orta ve uzun zincirli yağ asidi seviyelerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

4.6.1.1 Kısa ve orta zincirli yağ asitlerin kompozisyonu

Yozgat çanak peyniri örneklerinde kısa ve orta zincirli yağ asitleri içeriği ve depolama süresince değişimi Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Yozgat çanak peyniri örneklerinde kısa ve orta zincirli yağ asitleri içeriği (ppm)

SYA (ppm)	Olgunlaşma süresi (gün)	Yozgat çanak peynir örnekleri ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)			
		A	B	C	
Bütirik (C4:0)	1	1.23±0.13^{def}	0.14±0.03^{f}	0.81±0.19^{ef}	
	90	3.60±0.18^{c}	1.61±0.12^{def}	2.24±0.52^{cde}	
	180	7.14±0.55^{a}	1.70±0.07^{def}	2.91±0.11^{cd}	
	270	5.75±0.11^{b}	1.24±0.07^{def}	1.68±0.08^{def}	
Kaproik (C6:0)	1	0.81±0.04^{e}	0.14±0.03^{e}	0.60±0.02^{e}	
	90	4.80±0.11^{c}	0.44±0.10^{e}	2.40±0.15^{d}	
	180	11.46±0.16^{a}	0.56±0.06^{e}	4.73±0.51^{c}	
	270	11.81±0.91^{a}	1.05±0.05^{e}	6.57±0.52^{b}	
Kaprilik (C8:0)	1	0.91±0.04^{f}	TE	TE	
	90	4.61±0.20^{d}	TE	1.96±0.20^{e}	
	180	10.89±0.19^{b}	TE	4.28±0.27^{d}	
	270	22.21±0.62^{a}	TE	6.32±0.59^{c}	
Kaprik (C10:0)	1	1.85±0. 42	TE	0.73±0.08	**0.86±0.26^{d}**
	90	8.01±0.39	0.009±0.005	4.03±0.20	**4.02±0.99^{c}**
	180	13.15±0.74	0.04±0.01	7.62±0.71	**6.94±1.64^{b}**
	270	36.04±3.42	1.08±0.12	14.05±0.01	**17.06±4.47^{a}**
	Ortalama	**14.76±3.42^{a}**	**0.28±0.12^{c}**	**6.61±1.28^{b}**	
Laurik (C12:0)	1	0.93±0.12^{f}	TE	0.23±0.05^{f}	
	90	5.17±0.35^{d}	TE	2.84±0.31^{e}	
	180	8.64±1.04^{c}	TE	5.85±0.32^{d}	
	270	28.86±0.05^{a}	1.42±0.24^{f}	12.46±2.07^{b}	
Miristik (C14:0)	1	0.50±0.06	TE	TE	
	90	6.65±0.59	2.09±0.30	5.44±0.40	
	180	11.30±1.28	TE	9.55±0.85	
	270	17.04±1.99	15.65±1.09	21.57±3.51	
Palmitik(C16:0)	1	2.11±0.16^{g}	3.66±0.05^{fg}	2.09±0.22^{g}	
	90	7.42±0.45^{e}	2.32±0.12^{g}	4.94±0.18^{f}	
	180	11.18±1.17^{c}	1.75±0.21^{g}	9.02±0.66^{d}	
	270	7.24±0.32^{e}	15.33±0.99^{b}	26.05±0.33^{a}	

a-g: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Kısa ve orta zincirli serbest yağ asitleri, metil ketonlar, laktonlar, fenolik bileşikler ve sülfür bileşenleri ile birlikte peynirin aroma bileşeni olarak, peynirin lezzetine önemli ölçüde katkı sağlarlar (Longo vd. 2006). Çizelge 4.31'e göre, çanak peynir örneklerinde bütirik asit (C4:0) konsantrasyonu, olgunlaşmanın 180. güne kadar artmış ($p<0.01$) ve

270. günde önemli olmayan bir azalma göstermiştir. Peynir örneklerine uygulanan ısıl işlemler, olgunlaşma süresince tüm çanak peyniri örneklerinde bütirik asit (C4:0) içeriğini önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek bütirik asit içeriği, çiğ sütten üretilen peynirde (A örneği) belirlenmiş, bunu pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir (C örneği) ve son olarak pastörize sütten üretilen peynir (B örneği) takip etmiştir. Bu bulgu, geleneksel yöntemlerle üretilen beyaz peynirlerin, endüstriyel olarak üretilenlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bütirik asit konsantrasyonlarına sahip olduğunu bildiren Georgala vd. (2005)'nin çalışmasıyla uyumludur.

Kaproik asit (C6:0), peynirde lipoliz derecesinin ölçülmesinde bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Thierry vd. 2017). Tüm peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca kaproik asit miktarı önemli ölçüde artarken, bu asidin konsantrasyonu, A peynirinde, B ve C peynirlerine kıyasla önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Geleneksel 11 peynir çeşidinin incenlediği çalışmada, kaproik asit (C6:0) dahil olmak üzere kısa zincirli yağ asitlerinin, dil, hellim ve Malatya peynirlerinde benzer konsantrasyonlarda bulunduğu, ancak çanak peynirinde belirgin düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu yüksek kaproik asit konsantrasyonu, yaklaşık bir yıl boyunca çömleklerde olgunlaşma sürecinin benzersizliğine bağlıdır (Hayaloğlu ve Karabulut 2013a). Bununla birlikte, Yozgat ilinden toplanan 30 çanak peyniri örneğinin SYA içeriğini analiz edildiği başka bir araştırmada, kısa zincirli yağ asidi içeriğinin diğer peynir türlerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Kısa zincirli serbest yağ asitlerinin düşük düzeyleri geleneksel üretim yöntemlerine ve çevresel faktörlere bağlanmıştır (Kırdar ve Köse 2022).

Yozgat çanak peynir örneklerinin kaprilik asit (C8:0) miktarını üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peynirinde (A örneği), 1. günde 0.91 ppm olan kaprilik asit içeriği, 270. günde 22.21 ppm'e kadar önemli ölçüde artmıştır. Bu durum olgunlaşma sırasında hızlanmış olan lipolitik aktiviteyi göstermektedir ($p<0.01$). Kaprilik asit (C8:0), C peynir örneğinde olgunlaşmanın başlangıcında tespit edilmemesine karşın 90. gününden itibaren sınırlı ve düzenli bir artış ile olgunlaşmanın sonunda 6.32 ppm'ye ulaşmıştır. Pastörize peynir B örneğinde ise kaprilik asit olgunlaşma süreci boyunca tespit edilmemiştir. Bu durum süte ve pıhtıya uygulanan ısıl işlemlerinin mikrobiyal ve enzimatik aktivite üzerindeki

sınırlayıcı etkileriyle açıklanabilir. Pastörizasyon, serbest yağ asidi salınımı için önemli olan yağ hidrolizinden sorumlu doğal lipazları ve diğer enzimleri önemli ölçüde azalttığı veya inaktif hale getirdiği bilinmektedir (Collins vd. 2003).

Beyaz peynirden sonra Yunanistan'ın en popüler ikinci peyniri olan Graviera peynirinde ve diğer bazı peynir araştırmalarındaki bulgularda tespit edildiği şekilde; kaprilik asit seviyeleri, çiğ sütten üretilen örneklerde, pastörize sütle üretilenlere kıyasla iki kat daha yüksek bulunmuştur (Ioannidou vd. 2022).

Tüm Yozgat çanak peyniri örneklerinde kaprik asit (C10:0) konsantrasyonu 270 günlük olgunlaşma süresi boyunca artış göstermektedir. Isıl işlem ve olgunlaşma süresi, kaprik asit seviyelerini önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.01$). Çiğ sütten üretilen peynire (A örneği) kaprik asit konsantrasyonu, olgunlaşma süresi boyunca belirgin bir artış göstermiştir ($p<0.05$). Başlangıçta 1.85 ppm olan kaprik asit içeriği, 270. günde 36.04 ppm'ye kadar yükselmiştir. Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış C örneğinin kaprik asit içeriği, olgunlaşma süresince daha yavaş bir artış ile 270. günde 14.05 ppm'ye ulaşmıştır. Ancak, pastörize sütten üretilen B örneğinde kaprik asit başlangıçta tespit edilemezken, 270. günde yalnızca 1.08 ppm'ye ulaşmıştır (Çizelge 4.31).

Sert vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da çiğ sütten üretilen tulum peynirinde, 180 günlük olgunlaşma süresi boyunca pastörize sütten üretilenlere kıyasla kaprik asit miktarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Malatya ve hellim peynirleri gibi diğer olgunlaşmış peynirlerin kaprik asit içerikleriyle karşılaştırıldığında (Hayaloğlu ve Karabulut 2013a), çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peynirindeki kaprik asit miktarı belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur.

Isıl işlem ve olgunlaşma süresi, peynir örneklerinin laurik asit (C12:0) miktarlarını önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.01$). A örneğinde 0.93 ppm olarak tespit edilen laurik asit konsantrasyonunu, 270. günde 28.86 ppm'ye kadar yükselmiştir. A örneğinde çiğ sütün doğal enzimleri ve mikrobiyal çeşitliliği nedeniyle meydana gelen lipolize bağlı olarak B ve C örneğine kıyasla daha yüksek laurik asit miktarı tespit edilmiştir. Buna karşın, pastörize peynirlerde, ilk 180 gün boyunca laurik asit tespit edilmemiş ve olgunlaşma

sonunda 1.42 ppm düzeyinde tespit edilmiştir; C örneğinde ise, 1. günde 0.23 ppm olan laurik asit konsantrasyonu, 270. günde 12.46 ppm'e artmıştır. Bu durum pıhtıya ısıl işlem uygulamasının pıhtılaşma öncesi enzimatik ve mikrobiyal aktiviteyi kısmen koruduğunu göstermektedir. Çanak peynirlerinin laurik asit içeriklerindeki varyasyon, su aktivitesi, tuz konsantrasyonu, olgunlaşma ortamı, sıcaklığı ve süresi gibi birçok faktörden etkilenen maya gelişimiyle ilgili olduğu düşünülmektedir (Cantor vd. 2004).

Çanak peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada, laurik asit içeriği 2.55 ile 6.10 ppm arasında bulunmuştur (Kırdar ve Köse 2022). Geleneksel peynirlerle yapılan bir başka çalışmada, çanak peynirlerinin, dil, hellim ve Malatya peynirlerine kıyasla en yüksek laurik asit seviyelerine sahip olduğu bildirilmiştir. Bu durum dil, hellim ve Malatya peynirlerinin üretim sürecinde telemenin peynir altı suyunda kaynatılması işlemiyle açıklanmıştır (Hayaloğlu ve Karabulut 2013a).

Miristik asit (C14:0) olgunlaşma sürecinin başlangıcında, yalnızca çiğ sütten üretilen A örneğinde tespit edilmiş (0.50 ppm), B ve C peynir örneklerinde tespit edilememiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde, tüm örneklerde miristik asit konsantrasyonunda artış gözlenmiştir. Miristik asit en yüksek A örneğinde 6.65 ppm, ardından C örneğinde 5.44 ppm ve B örneğinde 2.09 ppm düzeyinde tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 180. günde, miristik asit miktarı hem A (11.30 ppm) hem C (9.55 ppm) örneklerinde artmaya devam ederken, pastörize sütten üretilen peynir örneklerinde tespit edilememiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda, tüm örneklerde miristik asit düzeyinde belirgin artışlar gözlenmiş ve C örneğinde en yüksek seviyeye (21.57 ppm) ulaşmıştır.

Serbest yağ asitleri kompozisyonuna ilişkin veriler uygulanan ısıl işlemin, özellikle peynir üretiminde kullanılan hammadde çiğ süte uygulanan ısıl işlemin, trigliseridlerin hidrolizasyonundan sorumlu enzimleri ve bu enzimlerin üretilmesinden sorumlu mikroorganizmaları inaktif ederek veya aktivitesini sınırlayarak lipolizi geciktirdiğini açıkça göstermektedir. Ancak, olgunlaşma sürecinde gelişen mikroorganizma florası, lipolizi artırarak ısıl işlemin inhibe edici etkilerini azaltabilmektedir (Khattab vd. 2019).

Çiğ ve pastörize sütten üretilen Urfa peynirlerinde de benzer sonuçların elde edildiği bir çalışmada, peynir üretimi öncesinde sütün pastörize edilmesinin, 90 günlük depolama süresi boyunca laurik ve miristik asit seviyelerini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Atasoy ve Türkoğlu 2008).

Çizelge 4.31'de peynir örneklerinin palmitik asit içeriği incelendiğinde, olgunlaşmanın başında tüm peynirlerde palmitik asit (C16:0) miktarlarında önemli bir farklılık tespit edilmemiş ancak olgunlaşma süreci boyunca A ve B örneklerinde artış ve azalışlarla belirgin dalgalanmalar, C örneğinde ise düzenli olarak artış tespit edilmiştir. Peynir örneklerinin palmitik asit içeriği üzerine, ısıl işlem, olgunlaşma süresi, ısıl işlem ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Miristik asit ile birlikte, palmitik asit, çanak peyniri örneklerinde 270 gün süresince en yüksek düzeyde tespit edilen serbest yağ asitleridir. Yozgat'taki geleneksel marketlerden toplanan çanak peynirlerinde (Kırdar ve Köse 2022), çiğ ve pastörize sütten üretilen tulum peynirlerinde (Sert vd. 2014), geleneksel Yunan Graviera peynirlerinde (Danezis vd. 2020, Ioannidou vd. 2022), çanak ve hellim peynirlerinde (Hayaloğlu ve Karabulut 2013a), feta peynirinde (Gatzias vd.2020) ve kope peynirinde (Esmaeilzadeh vd. 2021) baskın yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Söz konusu peynirler, çanak peynir örneklerimizle serbest yağ asitleri kompozisyonu bakımından benzer dağılım sergilemiştir.

4.6.1.2 Uzun zincirli serbest yağ asitleri

Yozgat çanak peyniri örneklerinde uzun zincirli serbest yağ asitleri içeriği ve depolama süresince gösterdiği değişim Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Yozgat çanak peyniri örneklerinde uzun zincirli yağ asitleri içeriği (ppm)

SYA	Olgunlaşma süresi (gü)	Yozgat çanak peynir örnekler ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)		
		A	B	C
Stearik (C18:0)	1	2.68 ± 0.12^{ef}	4.14 ± 0.17^{de}	3.90 ± 0.24^{de}
	90	9.76 ± 0.30^{b}	2.36 ± 0.65^{f}	4.78 ± 0.70^{d}
	180	12.52 ± 1.78^{a}	2.17 ± 0.15^{f}	6.48 ± 0.16^{c}
	270	8.80 ± 1.08^{b}	12.05 ± 0.85^{a}	10.26 ± 0.33^{b}
Oleik (C18:1)	1	3.15 ± 0.75^{e}	2.16 ± 0.09^{e}	2.51 ± 0.37^{e}
	90	9.59 ± 0.24^{bc}	1.56 ± 0.21^{e}	6.10 ± 0.82^{d}
	180	10.23 ± 1.26^{b}	2.85 ± 0.15^{e}	8.04 ± 0.68^{c}
	270	12.39 ± 1.13^{a}	10.62 ± 0.86^{b}	13.76 ± 1.52^{a}
Linoleik (C18:2)	1	1.04 ± 0.60^{e}	TE	TE
	90	9.92 ± 0.37^{b}	TE	4.44 ± 0.42^{d}
	180	12.23 ± 0.99^{a}	TE	7.28 ± 0.83^{c}
	270	4.31 ± 0.18^{d}	11.65 ± 0.40^{a}	10.91 ± 1.11^{ab}

a-f: Ortalama değerler arasındaki farklılıklar küçük harflerle üssel olarak gösterilmiştir ($p < 0.05$).
A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Yozgat çanak peynirlerinin stearik asit (C18:0) miktarları, olgunlaşma süresi boyunca düzensiz değişim göstermiştir ($p < 0.01$). Çiğ sütten üretilen peynir (A örneği) olgunlaşma süresince hemen hemen en yüksek konsantrasyona sahip örnek olmuş ancak olgunlaşmanın 270. gününde stearik asit (C18:0) miktarları A ve C örneklerinde birbirine yakın düzeylerde saptanmıştır ($p > 0.05$).

Benzer sonuçlar başka çalışmalarda da bildirilmiştir (Atasoy ve Türkoğlu 2008, Ioannidou vd. 2022, Sert vd. 2014). Geleneksel Türk peynirlerinde yapılan bir çalışmada çiğ sütten üretilen taze Urfa peyniri (1 günlük) pastörize sütten üretilen peynir ile benzer stearik asit (C18:0) içeriğine sahiptir. Stearik asit miktarı 90 günlük depolama süresi boyunca her iki grupta benzer eğilimler göstererek artmış, ancak çiğ ö peynirlerde biraz

daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir (Atasoy ve Türkoğlu 2008). Benzer şekilde süte ısıl işlem uygulaması (graviera peyniri için 65 ºC'de 30 dk ve tulum peyniri için 60 ºC'de 10 dk) ile üretilen ve sırasıyla 120 gün ve 90 gün olgunlaşan peynirlerde stearik asit içeriği üzerinde ısıl işlemin önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Ioannidou vd. 2022, Sert vd. 2014). Ayrıca, Hayaloğlu ve Karabulut (2013a), çanak peynirinin, mihaliç, Van otlu ve divle tulum peynirleri gibi çeşitli geleneksel Türk peynirlerine kıyasla daha yüksek stearik asit içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir.

Isıl işlem ve olgunlaşma süresinin, tüm peynir örneklerinde oleik asit (C18:1) içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşmanın ilk aşamasında, oleik asit içeriği (C18:1) çiğ sütten üretilen peynirinde (A örneği) en yüksek konsantrasyonda olup (3.15ppm), bunu C (2.51ppm) ve B (2.16 ppm) örnekleri takip etmiştir. Olgunlaşmanın 90. ve 180. günlerinde, çiğ sütten üretilen A örneği B ve C örneklerine kıyasla daha yüksek oleik asit içeriği saptanmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin oleik asit içeriği önemli ölçüde artmış ($p<0.05$), 270. günde belirgin artış gözlenmiştir (Çizelge 4.32).

Buna karşın, Atasoy ve Türkoğlu (2009), ısıl işlemin Urfa peynirlerinde oleik asit (C18:1) konsantrasyonlarını etkilemediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, kullanılan süt türü oleik asit seviyelerini önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle inek sütünden üretilen peynirlerde, keçi sütünden üretilen peynirlere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek oleik asit seviyeleri bulunmuştur (Atasoy ve Türkoğlu 2009).

Kırdar ve Köse, 2022 tarafından çanak peynirinin SYA profili üzerine yapılan çalışmada oleik asit en yüksek düzeyde bulunan uzun zincirli serbest yağ asidi olarak belirlenmiş ve tüm SYA'lar arasında ikinci en fazla yağ asidi olarak belirtilmiştir. Süt ve süt ürünlerinde bulunan linoleik asit (C18:2), antiaterojenik (Garaffo vd. 2011), antikanserojenik (Ochoa vd. 2004), bağışıklık sistemi güçlendirici (Cook vd. 1993) ve antidiyabetik (Houseknecht vd. 1998) özelliklere sahip olduğu bulunmuştur (Maurelli vd. 2009). Linoleik asit içeriği (C18:2), A ve C örneklerinde olgunlaşma süresince artmıştır ($p<0.05$). Ancak, pastörize sütten üretilen peynirlerde (B örneği) olgunlaşma 180. güne kadar tespit edilememiştir. Olgunlaşmanın sonunda, en yüksek linoleik asit konsantrasyonu C örneğinde (10.91 ppm) ve sonra B örneğinde (11.65 ppm) tespit edilmiştir. Ioannidou vd. (2022) tarafından

yapılan bir çalışmada, 120 günlük olgunlaşma sürecinin linoleik asit miktarını anlamlı şekilde etkilediğini, ancak ısıl işlemin Yunan Graviera peynirlerinde önemsiz düzeyde etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, kope peynirinde (İran çanak peyniri), olgunlaşma sırasında lipoliz nedeniyle linoleik asit konsantrasyonu artmakta, daha sonraki günlerde ise, mikroorganizma ve/veya enzim aktivitesi ve peynir bileşimi gibi faktörlerin etkisiyle linoleik asit konsantrasyonunda önemli bir değişim belirlenmemiştir (Esmaeilzadeh vd. 2021).

4.7 Peynirlerin Uçucu Bileşenleri

Peynirde karakteristik lezzet bileşenlerinin oluşumunda karmaşık ve dinamik biyokimyasal mekanizmalar rol oynamaktadır. Peynirde uçucu bileşenler, olgunlaşma sürecinde temel olarak lipoliz, proteoliz ve glikoliz reaksiyonları sonucu oluşan metabolit ürünlerdir. Bu süreçte meydana gelen değişimler iki aşamada gerçekleşmektedir. Lipoliz, proteoliz ve laktozun metabolizması 'glikoliz' olarak adlandırılan birincil değişimler; kazeinin peptitler ve amino asitlere; laktoz laktik asit ve diğer fermentasyon ürünlerine, süt yağının yağ asitlerine hidrolizi veya dönüşümü ile oluşmaktadır (El Soda 1995). İkincil değişimler ise; birincil bileşikler üzerine enzimlerin etki etmesi ile meydana gelen sekonder bileşiklerin oluşumunu içerir (Hayaloglu ve Karabulut 2013b). Sekonder bileşikler ise aminoasitlerden aminler, aldehitler, sülfür bileşikleri ile CO_2, laktik asitten organik asitler ve CO_2, yağ asitlerinden ise ikincil alkoller oluşmaktadır (Sing vd. 2003).

Yozgat çanak peynirlerinin uçucu bileşen profili ve olgunlaşma süresince değişimi Çizelge 4.33'te sunulmuştur.

Çizelge 4.33 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen profili (ppm)

Uçucu bileşenler	Olgunlaşma süresi (günü)	Yozgat Çanak peynir örnekleri		
		A	B	C
Asitler				
Asetik asit	1	257.00±2.80	129.93±4.04	288.02±11.95
	90	955.72±15.40	200.94±1.98	771.97±68.49
	180	3403.97±91.27	1892.995±71.48	334.63±66.48
	270	1657.29±0.04	1614.99 ±0.00	217.19±2.66
Bütanoik asit	1	483.58±14.49	40.24±0.00	359.95±4.42
	90	3398.31±37.14	212.11±10.98	1241.9±197
	180	2420.12±170.21	561±17.13	1518.98±115.79
	270	14153.01±752.5	1321.51±6.83	3014.87±79.94
Hekzanoik asit	1	227.94±0.04	TE	37.41±0.44
	90	743.82±5.03	50.34±0.24	158.17±20.42
	180	873.85±35.15	258.26±0.00	708.45±54.51
	270	2182±0.00	36.25±2.4	603.72 ±56.31
Oktanoik asit	1	TE	TE	TE
	90	72.92±9.91	TE	60.81±0.01
	180	105.58±0.01	TE	50.89±0.00
	270	352.32±0.02	TE	91.79±0.00
Valerik asit	1	153.13±0.00	TE	TE
	90	738.22±0.00	43.16±0.00	434.96±0.00
	180	1833.23±1.5	338.03±0.00	657.35±0.00
	270	4231.53±0.03	82.55±0.00	397.39±0.00
3-Metil-bütanoik asit	1	TE	TE	TE
	90	29.43±0.00	TE	TE
	180	472.48±46.54	TE	TE
	270	124.6±0.00	TE	TE
Alkoller				
2-Butanol	1	20.27±0.00	107.1±0.00	TE
	90	TE	TE	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	TE	TE
2-Pentanol	1	TE	TE	TE
	90	57.62±0.00	TE	TE
	180	243.77±26.62	TE	175.5±0.00
	270	TE	868.03 ±10.32	342.29±17.39
3-Pentanol	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	TE
	180	15.29±0.00	TE	27.66±0.86
	270	36.28±1.08	TE	TE
2-Heptanol	1	TE	TE	TE
	90	TE	462.11±56.43	34.29±2.36
	180	75.61±3.96	265.40±22.48	109.63±3.19
	270	TE	417.04 ±09.77	124.99±1.46
1-Hekzanol	1	TE	TE	TE
	90	TE	61.38±1.15	TE
	180	TE	133.54±15.11	TE
	270	TE	TE	TE
2-Hekzanol	1	TE	52.01±0.00	TE
	90	TE	TE	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	TE	41.62±0.02

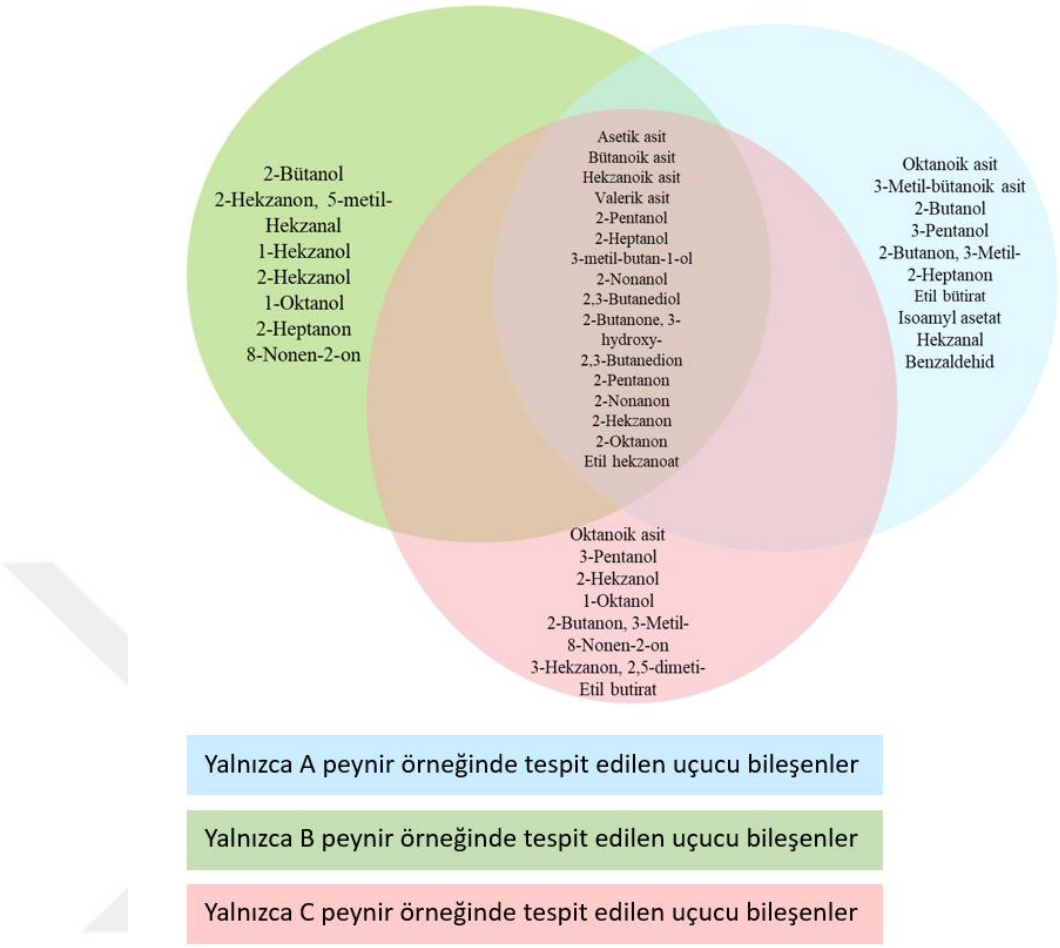
Çizelge 4.33 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen profili (ppm) (devam)

Uçucu bileşenler	Olgunlaşma süresi (günü)	Yozgat Çanak peynir örnekleri		
		A	B	C
Asitler				
3-metil-bütan-1-ol	1	231.3±25.7	63.19±0.05	365.68±0.58
	90	133.5±7.95	504.06±0.00	258.6±28.29
	180	1275.2±10.19	736.98±49.28	127.51±0.00
	270	TE	350.8 ±28.7	TE
2-Nonanol	1	TE	TE	TE
	90	TE	45492±0.00	TE
	180	TE	48.65±0.15	TE
	270	247.1±0.00	54.7 ±2.10	45346±0.00
1-Oktanol	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	TE
	180	TE	21.67±0.00	TE
	270	TE	TE	18.31±0.00
2,3-Bütanediol	1	103.09±2.68	24.86±2.89	124.18±3.57
	90	257.04±14.37	75.72±12.88	154.90±14.97
	180	277.14±37.68	677.25±96.35	445.81±46.20
	270	541.87±22.08	155.82±0.52	190.72±4.75
Ketonlar				
2-Bütanon, 3-hidroksi-	1	1236.96±0.00	2227.59±91.78	4237.45±18.09
	90	4961.21±890.33	437.27±9.33	983.65±14.73
	180	1833.53±209.94	6638.83±159.33	1645.57±124.3
	270	4253.93±0.03	4525.8±345.87	4575.37±2.98
2-Bütanon, 3-Metil-	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	136.69±22.31
	180	199.83±0.03	TE	166.6±0.00
	270	75.87±0.00	TE	TE
2,3-Bütanedion (Diasetil)	1	367.48±0.00	363. 9±0.00	319.65±4.66
	90	464.61±53.50	TE	TE
	180	858.13±44.62	505.54±0.02	TE
	270	519.79±0.00	144.26±0.00	TE
2-Pentanon	1	TE	TE	101.59±0.00
	90	161.31±0.00	3432.99±0.00	895.91±80.75
	180	2981.07±0.06	869.09±0.01	7377.53±70.53
	270	2291.0±1.00	613.31±0.00	3344.9±246.90
2-Heptanon	1	TE	TE	TE
	90	51.49±1.53	78.46±12.63	TE
	180	122.22±0.00	TE	TE
	270	TE	67.33±6.26	TE
2-Nonanon	1	TE	TE	TE
	90	TE	652.31±0.00	245.28±43.57
	180	464.78±13.75	845.27±0.00	259.21±10.43
	270	212.58±11.50	1479.9±58.60	1209.41±36.23
2-Hekzanon	1	TE	TE	TE
	90	TE	437.55±29.25	66.15±5.84
	180	158.21±7.51	TE	146.60±2.19
	270	TE	TE	120.88±0.00

Çizelge 4.33 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen profili (ppm) (devam)

Uçucu bileşenler	Olgunlaşma süresi (günü)	Yozgat Çanak peynir örnekleri		
		A	B	C
Asitler				
2-Oktanon	1	TE	TE	TE
	90	TE	84.46±9.20	TE
	180	27.23±0.00	54.98±0.00	TE
	270	TE	65.29±2.24	46.31±0.04
8-Nonen-2-one	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	188.95±5.55	29.22±0.00
2-Hekzanon, 5-metil-	1	TE	TE	TE
	90	TE	53.08±0.00	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	TE	TE
3-Hekzanon, 2,5-dimeti-	1	TE	TE	78.13±0.00
	90	TE	TE	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	TE	TE
Esterler				
Etil bütirat	1	TE	TE	TE
	90	116.89±2.53	TE	TE
	180	594.61±14.22	TE	248.17±8.16
	270	TE	TE	TE
Etil hekzanoat	1	TE	20.71±0.00	TE
	90	24.87±0.09	14.48±0.00	35674±0.00
	180	148.52±9.48	TE	99.77±2.07
	270	68.11±0.00	TE	44713±0.00
Izoamil asetat	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	TE
	180	229.60±5.95	TE	TE
	270	26.15±0.00	TE	TE
Aldehitler				
Hekzanal	1	72.59±0.00	222.51±0.00	TE
	90	TE	160.89±13.69	TE
	180	TE	TE	TE
	270	TE	TE	TE
Benzaldehid	1	TE	TE	TE
	90	TE	TE	TE
	180	TE	TE	TE
	270	26.16±0.00	TE	TE

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği
TE: Tespit edilmemiştir.



Şekil 4.14 Çanak peynir örneklerinde tespit edilen ve ortak saptanan aroma bileşenleri

Bu araştırma kapsamında, çiğ sütten üretilen A peynir örneğinde 26 uçucu bileşik (6 asit, 7 alkol, 8 keton, 3 ester ve 2 aldehit bileşik), pastörize sütten üretilen B peynir örneğinde 24 uçucu bileşik (4 asit, 9 alkol, 9 keton, 1 ester ve 1 aldehit bileşik) ve pıhtıya ısıl işlem uygulanmış C peynir örneğinde 24 uçucu bileşik (5 asit, 8 alkol, 9 keton, ve 2 ester bileşiği) tespit edilmiştir. Tüm çanak peynir örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde, olgunlaşma süresi boyunca, 6 asit, 10 alkol, 11 keton, 3 ester ve 2 aldehit olmak üzere toplam 32 adet uçucu aroma bileşiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşenleri özelliklerine göre gruplandırılarak aşağıda ayrı ayrı irdelenmiştir.

4.7.1 Asit bileşenleri

Asitler, düşük algılanma eşik değerleri nedeniyle peynirdeki uçucu fraksiyonun temel bileşenleridir (Moio ve Addeo 1998, Pinho vd. 2004). Asitler, peynir aromasına direkt olarak katkıda bulunabildikleri gibi, metil ketonların, esterlerin, laktonların öncü maddesi olarak da görev yaparlar (McSweeney ve Sousa 2000). Peynirde yer alan asitlerin büyük çoğunluğu, trigliseridlerin hidrolizasyonu yani süt yağının lipolizinden kaynaklanan serbest yağ asitleridir (Delgado vd. 2010, Boran 2021). Ayrıca laktoz ve laktik asidin fermantasyonu yoluyla da oluşan organik asitler de bulunmaktadır (Muñoz vd. 2003, Ortigosa vd. 2001). Bu çalışmada çanak peyniri örneklerinde en fazla tespit edilen uçucu asitler sırasıyla; bütanoik asit, asetik asit, valerik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve 3-metil butanoik asittir (Çizelge 4.33). Butanoik asit, Yozgat çanak peyniri örneklerinde en fazla tespit edilen bileşiktir. Butanoik asit, lipolitik aktivitenin yanı sıra, laktik asidin fermantasyonundan dolayı peynirde yüksek oranda bulunmaktadır (Muñoz vd. 2003, Ortigosa vd. 2001) ve peynirde güçlü bir peynir ve ter kokusu olarak tanımlanır (Rychlik ve Bosset 2001, Hayaloğlu ve Brechany 2007). Bütanoik asit konsantrasyonu, çiğ sütten üretilen peynirlerde 483.58 ppm ile 14153.01 ppm arasında değişirken, ısıl işlem uygulanmış peynirlerde (B ve C örnekleri) daha düşük konsantrasyonlarda sırasıyla 40.24-1321.51 ppm 359.59-3014.87 ppm arasında değişim göstermiştir. Isıl işlem görmüş peynirlerdeki serbest yağ asitlerinde gözlenen bu azalma, çiğ sütte bulunan lipoprotein lipaz (LPL) aktivitesinin inhibe olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Beuvier vd. 1997). Olgunlaşma süresi boyunca tüm peynirlerde butanoik asit içeriği artmıştır, ancak çiğ sütten üretilen peynirde artışın daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu artış, çiğ sütte bulunan starter olmayan laktik asit bakterilerinin (NSLAB) lipolitik aktiviteleriyle serbest yağ asitlerinin oluşumunu artırmalarına bağlanabilir (Jia vd. 2021). C örneklerinde, NSLAB'nin kısmen inaktivasyonu sonucu çiğ sütten üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında daha düşük uçucu bileşen seviyeleri ile açıklanabilir.

Asetik asit, Yozgat çanak peyniri örneklerinde en fazla miktarda tespit edilen ikinci asittir. Olgunlaşmanın başında asetik asit miktarı A ve C örneğinde birbirine yakın ve B örneğindekinden yüksek düzeyde saptanmıştır. Olgunlaşmanın 180. gününde tüm peynir örneklerinde önemli bir artış gözlenmiş, en yüksek seviyeye A örneğinde ulaşmıştır. Asetik asit, serbest yağ asitlerinin (alanin ve serin), laktik asit bakterileri tarafından laktoz

metabolizmasının veya sitrik ve laktik asitlerin metabolizmasının sonucunda üretilebilmekte (McSweeney ve Sousa 2000, Abdel-Rahman ve Sonomoto 2016) ve ekşi bir tat ile karakterize edilmektedir (Kondyli vd. 2003). Bu nedenle pastörize sütten üretilen peynirde (B örneği) starter kültür kullanılması 180 günden sonra asetik asit konsantrasyonu yönünden A örneğine yakın değerlere ulaşılmasının, C örneğinde ise pıhtıya ısıl işlem uygulaması sonucu mikrofloranın inaktivasyonu sonucu laktik asit metabolizması ürünlerinin sınırlı düzeyde kalmasının sebebi olarak düşünülmüştür.

Hekzanoik asit, lipolizden türetilen ve peynirlerin karakteristik peynirli, hafif bozulmuş veya keçi benzeri tatlarının kaynağı olan bir bileşendir (Esmaeilzadeh vd. 2021, Say 2022). Çiğ sütten üretilen peynir örneklerinde hekzanoik asit konsantrasyonu, olgunlaşma sürecinde 227.9 ppm'den 2182 ppm'e düzenli olarak artarken, ısıl işlem görmüş peynirlerde (B ve C örnekleri) 180. olgunlaşma gününe kadar artmış sonra bir miktar azalmıştır. Hayaloğlu ve Karabulut (2013b) tarafından yapılan çalışmalarda çanak, Van otlu ve mihaliç peynirlerinde tespit edilmiştir, ayrıca İran kope peynirlerinde (Esmaeilzadeh vd. 2021), inek sütü ile karıştırılmış eşek sütü kullanılarak üretilen yarı sert peynirlerde (Cosentino vd. 2016) ve İtalyan koyun peynirlerinde de (Urgeghe vd. 2012) tespit edilmiştir.

Oktanoik asit ve valerik asit (aynı zamanda pentanoik asit olarak bilinir), lipoliz veya laktoz ve laktik asitlerin fermantasyonu sonucu üretilir (McSweeney ve Sousa 2000); ancak 3-metil butanoik asit (izovalerik asit) amino asit lösin metabolizmasıyla üretilir (Urbach 1997, Curioni ve Bosset 2002). Oktanoik asit, zayıf meyvemsi asidik kokusu ve ekşi tadı ile bilinir (Uzkuç ve Karagül Yüceer 2023). Olgunlaşmanın 1. gününde tespit edilememesine rağmen, zamanla A ve C örneklerinde sırasıyla 352.32 ppm ve 91.79 ppm düzeyindesaptanmıştır. Buna karşın, pastörize sütten üretilen peynir örneklerinde (B örneği) olgunlaşma süresi boyunca oktanoik asit tespit edilmemiştir (Çizelge 4.33).

Valerik asit, olgunlaşmanın 1. gününde, çiğ sütten üretilen peynir örneğinde (A örneği) 153.13 ppm olarak belirlenmiş ancak B ve C örneklerinde tespit edilememiştir. Olgunlaşma süresince valerik asit konsantrasyonu A örneğinde önemli ölçüde artarken (270. günde 4231.53 ppm), B ve C örneklerinde 90. günden itibaren tespit edilmiş ve

180. güne kadar artmış sonrasında azalmıştır. C örneğinin valerik asit konsantrasyonu olgunlaşma süresince B örneğine göre daha yüksek bulunmuştur.

3-metil-butanoik asit sadece çiğ sütten üretilen A örneğinde tespit edilmiştir ve konsantrasyonu, 90. günde 29.43 ppm'den 180. günde 472.48 ppm 'ye artmış, ardından olgunlaşma sürecinin sonunda 124.6 ppm'e düşmüştür. 3-metil-bütanoik asit oluşumun bazı maya ve bakteri türlerinin esteraz aktiviteleri ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmektedir (Liu vd. 2004, Koçak 2024). İlaveten amino asit katabolizmasının 2-metil-butanoik asit ve 3-metil-butanoik asit oluşumunda rol oynadığı bildirilmektedir (Bosset vd. 1993, Koçak 2024). Dolayısıyla B ve C örneklerinde amino asit metabolizmasının ısıl işlemle inaktif duruma gelmesi, 3-metil-butanoik asit oluşumunun engellenmesine ve olgunlaşma sonunda A peynirinde konsantrasyonun azalmasına bağlanabilir (Muñoz vd. 2003, Ortigosa vd. 2001).

Çiğ ve ısıl işlem görmüş peynirlerde asit bileşenlerin oluşumu, olgunlaşma süresi boyunca düzensiz eğilim göstermiştir. Olgunlaşmanın sonunda, çiğ sütten üretilen peynirlerde oluşan tüm asitler en yüksek konsantrasyonları göstermiştir. Bu durum çiğ sütün mikroflorasından ve doğal lipazın varlığından kaynakladığı ileri sürülebilir. Benzer şekilde, Uzkuç ve Karagül Yüceer (2023) tarafından yapılan çalışmada, çiğ sütten üretilen peynirlerinin olgunlaşma sürecinde pastörize sütten üretilen keçi peynirlerine göre daha yüksek asit konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise Hayaloğlu ve Brechany (2007), Malatya peynirinde peynir sütünün pastörizasyonunun pıhtının peynir altı suyu ile kaynatılmasına kıyasla asit oluşumu üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

4.7.2 Alkol bileşenleri

Alkoller, laktoz metabolizması, amino asit (alanin) metabolizması, metil ketonlarının ve linoleik ile linolenik asitlerin parçalanması ve aldehitlerin (asetaldehit) indirgenmesi gibi çeşitli metabolik yollarla üretilir (Koning vd. 2009). Peynirde, genellikle karbonhidrat metabolizması sonucu primer alkoller, amino asit metabolizması ile dallanmış zincirli alkoller ve aromatik alkoller, yağ asitleri katabolizması ile sekonder ve doymamış alkoller

oluşmaktadır (Hayaloğlu vd. 2011b). Yozgat çanak peyniri örneklerinde 10 farklı alkol belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Tespit edilen alkollerinin konsantrasyonları, olgunlaşma sürelerine göre peynir örneklerinde farklılık göstermiştir, çoğunlukla pastörize sütten üretilen peynirlerde belirgin şekilde daha yüksek olup, bu durum pastörizasyon işleminin peynirdeki alkol üretimini olgunlaşma sırasında artırdığına işaret etmektedir.

Birincil alkol olan 1-oktanol ve 1-propanol, sadece ısıl işlem uygunlanmış peynir örneklerinde düşük seviyede tespit edilmişken, 3-metil 1 butanol tüm peynir örnekleri en yaygın birincil alkol olarak saptanmıştır. 3-metil-1-butanol, peynir örneklerinde tespit edilen tek dallı zincirli birincil alkol olup, lösinden üretilen aldehitlerin dönüşümünden kaynaklanmaktadır (Engels vd. 1997, Karali vd. 2013). Söz konusu alkoller, çoğu peynirlerin organoleptik özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip bileşenlerdir. Düşük konsantrasyonlarda, tatlı şarap, hoş taze peynir, nefes kesici alkol, meyve ve tahılımsı bir aromaya neden olabilmektedir.

2-nonanol, 2-heptanol, 2-pentanol ve 2,3-bütandiol, Yozgat çanak peynir örneklerinde izole edilen baskın sekonder alkollerdir. Ayrıca, sekonder alkollerin konsantrasyonu, peynirlerde birincil alkollere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. 2-butanol ile birlikte, bu alkol grubu, birçok peynir türünde önemli bir aroma bileşiği olarak tanımlanmıştır (Sulejmani ve Hayaloğlu 2016). Peynir örneklerinde saptanan 2-heptanol miktarlarının genel olarak depolama süresince ısıl işlem uygulanmış peynir örneklerde arttığı tespit edilmiştir. Tüm depolama günlerinde en düşük 2-heptanol miktarı kontrol örneğinde (A örneği) saptanmıştır. Bu sekonder alkol, metil ketonların enzimatik indirgenmesi sonucu oluşur (Cantor vd. 2004).

Tüm peynir örneklerinde, 270 günlük olgunlaşma süresi boyunca saptanan dört karbonlu alkol 2,3-bütandiol, sitrat metabolizması sonucu oluşan önemli uçucu bileşiklerden biridir (McSweeney ve Sousa 2000). Olgunlaşmanın başında 2,3-bütandiol miktarı en yüksek C örneğinde, sonra A örneğinde en düşük B örneğinde saptanmıştır. A örneğinde olgunlaşma süresince düzenli olarak artarken, B ve C örneğinde olgunlaşmanın 180. gününe kadar artmış 270. günde azalmıştır. 2,3-bütandiol, ezine, divle, örgü peynirlerinde ve düşük konsantrasyonlarda çanak, Urfa ve hellim peynirlerinde tespit edilmiştir (Hayaloğlu ve

Karabulut 2013b). Bu uçucu bileşen, İran kope peynirinin orta derecede meyvemsi aromasının karakteristik özelliği olarak tanımlanmıştır (Esmaeilzadeh vd. 2021).

Öte yandan elde edilen araştırma bulguları, beyaz sırtlı yerli inek ırklarının çiğ sütünden üretilen peynirlerde daha düşük alkol konsantrasyonları olduğunu bildiren Teter vd. (2020) ile uyumludur. Bu araştırmacılar, alkol içeriğindeki bu azalmayı, olgunlaşma süresince amino asit seviyelerindeki minimal değişikliklere bağlamışlardır.

4.7.3 Ketonlar

Ketonlar, serbest yağ asitlerinin enzimatik oksidasyonu yoluyla β-ketoasitlere ve bunların daha sonra dekarboksilasyonla metil ketonlara dönüşümüyle üretilir (Bertolino vd. 2011, Van Mastrigt vd. 2018). Ancak diasetil ve asetoin gibi ketonların oluşumu ise laktoz ve sitrat metabolizması sonucu oluşan ara ürün pirüvatın parçalanmasıyla meydana gelmektedir (Voight vd. 2010). Ketonlar, kendilerine özgü kokuları ve düşük algılama eşikleri nedeniyle süt ürünlerinde önemli bir rol oynamaktadır (McSweeney 2004). Ayrıca, ketonların, özellikle metil ketonlarının peynirlerde yaygın olarak bulunduğu ve peynire meyvemsi, küflü, tatlı, gül, çay benzeri ve mavi damarlı peynir aromaları kattığı bilinmektedir (Curioni vd. 2002). Özellikle mavi damarlı peynirlerde temel uçucu bileşikleri metil ketonların oluşturduğu belirtilmiştir (Voight vd. 2010).

Ketonlar, Yozgat çanak peynirlerinde 11 farklı keton bileşiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.33).

3-Hidroksi-2-bütanon, yaygın olarak bilinen asetoin tüm çanak peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince yüksek miktarlarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.33). Olgunlaşmanın ilk gününde 3-hidroksi-2-bütanon, en fazla C örneğinde en az A örneğinde saptanmıştır. Ancak olgunlaşma süresince 3-hidroksi-2-bütanon dalgalanma gösterse de 270. günde yani olgunlaşma sonunda tüm örneklerde birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Olgunlaşma süresi boyunca, en fazla miktarda bulunan ketonlar asetoin, 2-pentanone, 2,3-bütandion ve 2-nonanon olmuştur. Bu keton profili, daha önce Hayaloğlu ve

Brechany (2013b) tarafından çanak, dil, hellim, Malatya, örgu ve Urfa peynirlerinde rapor edilen bulgularla tutarlıdır. Asetoin, olgunlaşma süresi boyunca tüm peynir örneklerinde tespit edilmiştir. Asetoin (3-hidroksi-2-bütanon), diasetil'in indirgenmesiyle veya α-keto laktik asidin dekarboksilasyonu ile oluşur (McSweeney ve Sousa 2000). Bazı araştırmacılar kokusuz olduğunu bildirirken (Boltar vd. 2015), çoğu çalışmalar ise tereyağımsı bir aromaya sahip olduğunu bildirmişlerdir (Kondyli vd. 2003, Curioni ve Bosset 2002).

Diasetil tüm olgunlaşma günlerinde tespit edilmiştir. Temel olarak sitrat metabolizması yoluyla oluşur (Kondyli vd. 2003, McSweeney ve Sousa 2000, Munoz vd. 2003 Ortigosa vd. 2001). Tereyağlı, fındık benzeri bir tada sahiptir (Engels vd.1997; Kondyli vd. 2003) ve peynirde hoş, kremamsı, tereyağlı bir aromayla karakterize edilir (Boltar vd. 2015). Asetoin' den daha uçucudur. Diasetil, olgunlaşmanın ilk gününde tüm peynir örneklerinde birbirine yakın konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Diasetil miktarı çiğ sütten üretilen A örneğinde olgunlaşmanın 180. gününe kadar önemli ölçüde artmış sonra 270. günde bir miktar azalmıştır. Ancak, B örneğinde diasetil miktarı olgunlaşma süresince dalgalanma göstermiş, C örneğinde ise olgunlaşmanın ilk gününden sonra tespit edilememiştir.

Diasetil, laktik ve sitrik metabolizması sırasında asetaldehit-tiamin pirofosfat ve asetil-CoA'dan enzimatik olarak üretilen ana aroma bileşenidir. Sonrasında asetoin'e indirgenebilir ve bu da 2,3-bütandiol'a dönüşebilir, ardından 2-bütanon ve nihayetinde 2-bütanol'a dönüşebilir (Fox vd. 2017). Bu nedenle olgunlaşma süresince diasetil miktarındaki dalgalanma doğal bir sonuçtur. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince diasetil miktarlarındaki farklılık peynir üretiminde uygulanan ısıl işlemden ve uygulama aşamasından etkilendiğinin bir göstergesidir.

Cheddar peynirinde (Ertekin ve Seydim 2009), mavi damarlı peynirlerde (Voight vd. 2010) ve süzme peynirlerde (Ergin, 2010) sitrat metabolizması sonucu ortaya çıkan diasetil, asetoin, ve 2-bütanonun lezzete katkı sağladığı bildirilmiştir.

Olgunlaşmanın 1. gününde sadece C örneğinde tespit edilen 2-pentanone, 90. günden sonra tüm örneklerde olgunlaşma süresince yüksek miktarlarda bulunmuştur. 2-

pentanone, A ve C peynirlerinde olgunlaşma süresince önemli ölçüde artmıştır, ancak C örneğinde 180 günlük olgunlaşmadan sonra önemli düzeyde bir azalma gösterirken, pastörize süt peynirlerinde (B örnekleri) 90. gününde dikkate değer miktarda tespit edilmiş ardından bir azalma göstermiştir. Bu sonuçlar, Malatya peynirlerin üretiminde pıhtının ısıtılmasının 2-pentanon konsantrasyonunu olumsuz etkilediğini bildiren Hayaloğlu ve Brechany (2006) tarafından bildirilen sonuçlarla örtüşmektedir.

Olgunlaşmanın başında hiçbir örnekte tespit edilmeyen ancak 90. gününde ısıl işlem uygulanmış B ve C örneklerinde belirlenen 2-nonanone, olgunlaşma boyunca bu örneklerde düzenli olarak artmış sırasıyla 1479 ve 1209 ppm seviyelerine ulaşmıştır. Çiğ sütten üretilen A örneğinde ise olgunlaşmanın 180. gününde tespit edilmiş 270. gününde azalmıştır. Benzer şekilde, önceki çalışmalarda, pastörize sütten üretilen kaşar ve Malatya peynirlerinde 2-nonanone miktarının, çiğ sütten üretilen peynirlerden daha yüksek seviyelerde olduğunu göstermiştir (Eminoğlu 2021, Hayaloğlu ve Brechany 2006).

Olgunlaşmanın 1. gününde 2-hekzanone ve 2 oktanone hiçbir örnekte tespit edilmemiş olmasına karşın, olgunlaşma süresince 2-hekzanone sadece pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynirde (C örneği), 2- oktanone ise pastörize sütten üretilen peynir örneğinde (B örneği) belirlenmiştir.

Diğer ketonlar, 8-nonen-2on, 2-hekzanone 5-metil ve 3-hekzanone 2,3-metil, ısıl işlem uygulanmış B ve C örneklerinde belirli olgunlaşma gününde tespit edilmiş, çiğ sütten üretilen A örneğinde ise söz konusu bu ketonlar saptanmamıştır (Çizelge 4.33).

4.7.4 Esterler

Esterler, esterifikasyon ve alkoliz olmak üzere iki enzimatik süreçle üretilir. Esterifikasyon, alkoller ile karboksilik asitlerin reaksiyonu sonucu ester oluşturduğu bir süreçken, alkoliz, toksik alkollerin yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu oluşan bileşiklerdir (Liu vd. 2004, Boltar vd. 2015). Esterler, peynirde yaygın olarak bulunan ve tatlı, meyvemsi ve çiçeksi aromaların ortaya çıkmasına katkı sağlayan uçucu bileşenlerdir (Sulejmani vd. 2014). Bunlar arasında, etil esteri özellikle peynirin karakteristik

meyvemsi aromasının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Curioni ve Bosset 2002). Peynirlerde esterlerin oluşumu erken olgunlaşma ile başlamaktadır (Molimard ve Spinnler 1996). Etil asetat, Etil bütanoat, Etil heksonat ve Etil oktanat yüzeyden olgunlaşmış peynirlerde sıklıkla belirlenen esterlerdir (Bertuzzi vd. 2018).

Bu çalışmada, Yozgat çanak peyniri örneklerinde toplamda 3 ester bileşiği (etil bütirat, etil heksanoat, izoamil asetat) tespit edilmiştir. Etil bütirat ve Etil hekzanoat yüzeyde olgunlaşmış peynirlerde en yaygın tespit edilen esterler arasındadır (Bertuzzi vd. 2018). Etil hekzanoat, tüm peynir örneklerinde tespit edilen ester olup, özellikle C peynirinde 90. ve 270. olgunlaşma günlerde oldukça yüksek etil heksanoat seviyeleri gözlenmiştir (Çizelge 4.33). Bazı etil esterleri, çeşitli sert peynir türlerinde, özellikle Grana Padano, Ragusano ve Cheddar'da etil heksanoat, Emmental, Pecorino ve Cheddar'da etil butanoat, ve Grana Padano, Ragusano ve Cheddar'da etil heksanoat gibi önemli koku bileşenleri arasında yer almaktadır (Delgado vd. 2010, Hayaloğlu ve Karabulut 2013b). İzoamil asetat, sadece çiğ sütten üretilen peynirde olgunlaşmanın 180. gününde tespit edilmiştir ve 270. gününde isoamil asetat miktarı oldukça azalmıştır. Bu ester, peynir örneklerinde bulunan izoamil alkol ve bir karboksilik asidin (asetik asit) esterifikasyonu ile oluşur (Bertuzzi vd. 2015, Xiao vd. 2020). Bu ester, meyvemsi ve muz benzeri kokusuyla yaygın olarak bilinir (Štefániková vd. 2020). İzoamil asetat, Kazak peynirleri (Xiao vd. 2020), bryndza peynirleri (Štefániková vd. 2020) ve Karaman bölgesinde geleneksel yöntemlerle üretilip 120 gün olgunlaştırılan tulum peynirleri (Demirci vd.2021) gibi çeşitli peynir çeşitlerinde yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir.

4.7.5 Aldehitler

Aldehitler, yağ asitleri veya amino asitlerin dekarboksilasyon veya deaminasyon yoluyla katabolizması sonucu oluşan ara bileşiklerdir (McSweeney ve Sousa 2000). Bu çalışmada, çanak peyniri örneklerinde sadece iki aldehit tespit edilmiştir (Çizelge 4.33). Heksanal, çiğ sütten üretilen peynirde (A örneği) olgunlaşmanın 1. gününde 72.59 ppm pastörize sütten üretilen peynirde (B örneği) 222.51 ppm düzeyinde tespit edilmiş ancak C örneğinde tespit edilmemiş ve olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde tüm örneklerde (180. günde B örneği hariç) tespit edilememiştir.

Benzaldehit ise sadece çiğ sütten üretilen peynirlerde, olgunlaşmanın sonunda (26.16 ppm) tespit edilmiş ve B ve C örneklerinde olgunlaşma süresince hiç tespit edilmemiştir. Çanak peyniri örneklerinde aldehitlerin az sayıda ve düşük konsantrasyonlarda bulunması, onların alkol veya asitlere hızlı bir şekilde dönüşerek peynirde birikmelerini engellemeleriyle açıklanabilir (Milomard ve Spinnler 1996, Hayaloğlu vd. 2007).

Aldehitler, Hayaloğlu ve Karabulut (2013b) yaptığı çalışmada çanak, hellim ve Urfa peynirleri gibi bazı peynir türlerinde tespit edilmemiştir ve tulum peynirinde (Tekin ve Güler 2021) ve Kaşar peynirlerinde (Eminoğlu 2021) ise üç adet aldehit düşük konsantrasyonlarda, kaşkaval peynirlerinde ise iki aldehit bileşiği tespit edilmiştir (Sulejmani ve Hayaloğlu 2016).

4.8 Duyusal Değerlendirme

Yozgat çanak peyniri örneklerinin duyusal nitelikleri, koku, tat, görünüş, tekstür ve genel kabul edebilirlik bakımından 10 kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme, olgunlaşmanın 90. 180. ve 270. günlerinde, 10 puan üzerinden bir skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir (1: Son Derece Kötü; 5: Ortalama; 10: Mükemmel) (Meilgaard vd. 2006). Ayrıca, peynirlerin duyusal özelliklerini değerlendirmek ve tanımlamak amacıyla aynı olgunlaşma günlerinde 4 eğitimli panelist tarafından tanımlayıcı duyusal test yapılmıştır. Bu testte, peynirlerin lezzet ve doku özellikleri tanımlanmıştır.

4.8.1 Koku

Çanak peyniri örneklerinin koku puanlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.34'te sunulmuştur ve Şekil 4.15'te grafik halinde gösterilmiştir.

Peynir örneklerinin koku puanları üzerine ısıl işlem uygulaması ve olgunlaşma süresinin istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35 sunulmuştur.

Çizelge 4.34 Yozgat çanak peynir örneklerinin koku puanları

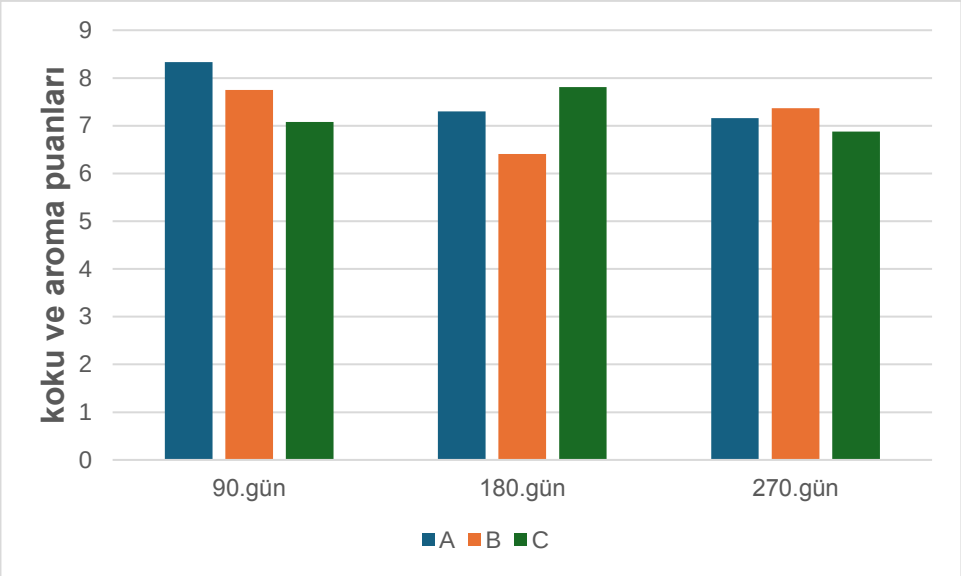
Örnekler		Olgunlaşma süresi (gün)			
		90	180	270	Ortalama
A		8.33±0.33	7.30±0.10	7.16±1.04	**7.59±0.31**
B		7.75±0.25	6.41±0.01	7.37±0.12	**7.17±0.31**
C		7.08±0.08	7.81±0.39	6.88±1.01	**7.25±0.31**
Ortalama		**7.72±0.14**	**7.17±0.13**	**7.14±0.48**	

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.35 Koku puanına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.525	2	0.2623	0.411	0.672
Gün	2.410	2	1.2052	2.294	0.143

*Örneklerin koku puanlarına ait veri seti interaksiyon denemeye uygun olmadığından sadece faktörlerin ana etkileri incelenmiştir.



Şekil 4.15 Yozgat çanak peyniri örneklerinin koku puanları

Yozgat çanak peynirlerinin örnekler ve olgunlaşma günlerinden bağımsız olarak ortalama koku puanları incelendiğinde önemli bir farklılığın olmadığı ve 7.14-7.74 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çiğ sütten üretilen kontrol peynir örneği (A örneği) diğer peynir örneklerinden nispeten daha yüksek puan almıştır. Panelistler, söz konusu örneğinde olgunlaşma süresince fermente, süt ve sirke benzeri bir koku tanımlamışken, olgunlaşmanın 180. gününde ise asidik, ekşi ve sirke benzeri kokular algılanmıştır. Panelistler tarafından A peynirde algılanan keskin ve küflü koku kusurları, olgunlşam sonunda (270. gününde) daha düşük puan almasına neden olmuştur.

Olgunlaşmanın 180. gününde B örneğinin koku puanında önemli bir düşüş (6.41) gözlenmiş ve panelistler hoş olmayan ağır bir koku bildirmişlerdir. A ve B örneklerinde, olgunlaşmanın 180. güne kadar algılanan sirke kokusu yüksek asetik asit konsantrasyonu ile ilişkilendirilebilir (Zheng vd. 2021).

4.8.2 Tat ve aroma

Çanak peyniri örneklerinin tat ve aroma puanlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.36'da sunulmuştur ve Şekil 4.16'da grafik halinde gösterilmiştir.

Peynir örneklerinin tat ve aroma puanları üzerinde ısıl işlem uygulamasının ve olgunlaşma süresinin istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37'de sunulmuştur.

Çizelge 4.36 Yozgat çanak peynir örneklerinin tat puanları

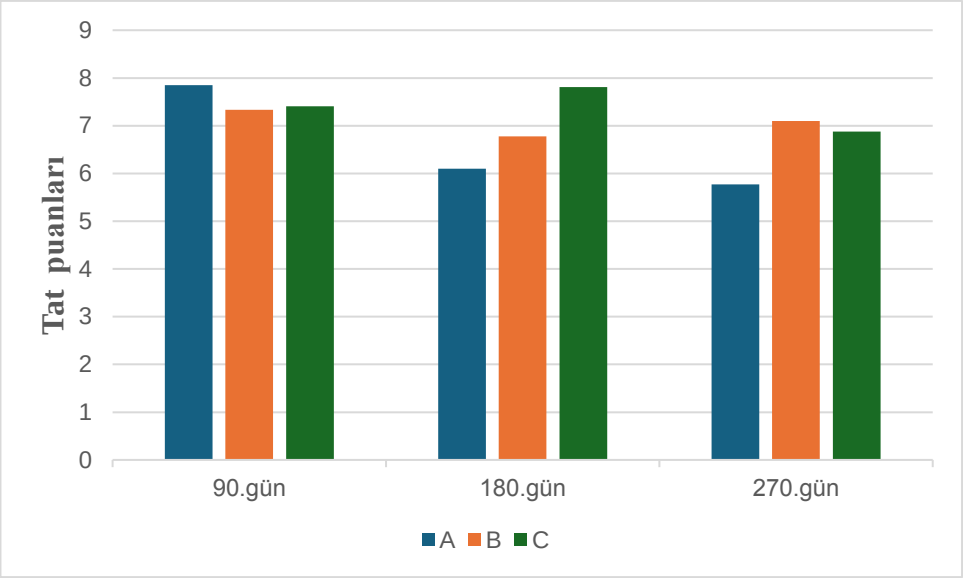
Örnekler	Olgunlaşma süresi (gün)			
	90	180	270	Ort
A	7.85±0.15	6.10±0.10	5.77±1.52	**6.57±0.35**
B	7.33±0.33	6.78±0.78	7.10±0.10	**7.07±0.35**
C	7.41±0.12	7.81±0.39	6.88±1.01	**7.37±0.35**
Ortalama	**7.53±0.12**	**6.89±0.29**	**6.58±0.61**	

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.37 Tat puanları'na ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.485	2	0.2423	0.234	0.795
Gün	3.283	2	1.6413	1.785	0.210

Örneklerin tat ve aroma puanlarına ait veri seti interaksiyon denemeye uygun olmadığından sadece faktörlerin ana etkileri incelenmiştir.



Şekil 4.16 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tat puanları

Yozgat çanak peynirlerinin örnekler ve olgunlaşma günlerinden bağımsız olarak ortalama tat ve aroma puanları incelendiğinde önemli bir farklılığın olmadığı ve 6.57-7.53 arasında değiştiği saptanmıştır. Peynir örneklerinin tat ve aroma puanları depolama süresince azalmıştır ancak bu azalma istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşmanın ilk aşamasında çiğ sütten üretilen A peyniri ransit tat ve aroma algılanmasına rağmen, en yüksek puanı aldığı gözlenmiştir (7.85) ve diğer örneklere kıyasla daha temiz bir peynir tadı, az tuzlu ve ekşi tatlar ile karakterize edilmiştir. Olgunlaşmanın 180. gününde, C örneği tat ve aroma açısından en yüksek puanı (7.81) almıştır, ve panelistler, acı, ekşi ve fermente bir aroma sergilediğini, olgunlaşma sonunda ise bayat, keskin ve maya benzeri bir aroma geliştirdiğini belirtmişlerdir.

A örneği oldukça en tuzlu fakat en az acı tadı olan örnek olarak algılanmıştır. Olgunlaşmanın sonunda, B örneği, az tuzlu, ekşi, hafif ve hoş ransit tatlar nedeniyle panelistler tarafından en beğenilen peynir olarak belirtilmiştir. Hafif acı ve ransit tat-aroma gibi bazı istenen duyusal özellikler, asetik asit, hekzanoik asit ve bütil hekzanoat gibi uçucu bileşenlerin oluşumu ile ilişkilendirilmiştir (Esmaeilzadeh vd. 2021). A örneğine benzer şekilde, B örneğinde olgunlaşmanın 90. gününde fermente, sirke kokusu algılanmıştır. asidik, ekşi ve sirke benzeri bir tat ve aromalar algılanmıştır.

Pastörizasyonun Lighvan peyniri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada (Lighvan peyniri, çiğ koyun sütünden yapılan ve 60 günde olgunlaştırılan İran'a ait geleneksel bir peynirdir), Duyusal değerlendirme sonucunda saptanan tuzlu, acı, bozulmuş tat ve yabancı tatların, sütün pastörizasyonundan etkilenmediği belirtilmiştir (Rashtchi vd. 2021).

Olgunlaşmanın ilerlemesi ile kurumadde miktarının artması ile kuru maddedeki tuz seviyesinde artış olması tüm peynir örneklerde belirgin düzeyde tuzlu tat artışına neden olmuştur.

4.8.3 Görünüş

Çanak peyniri örneklerinin görünüş puanlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.38'de sunulmuştur ve Şekil 4.17'de grafik halinde gösterilmiştir. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39'da sunulmuştur.

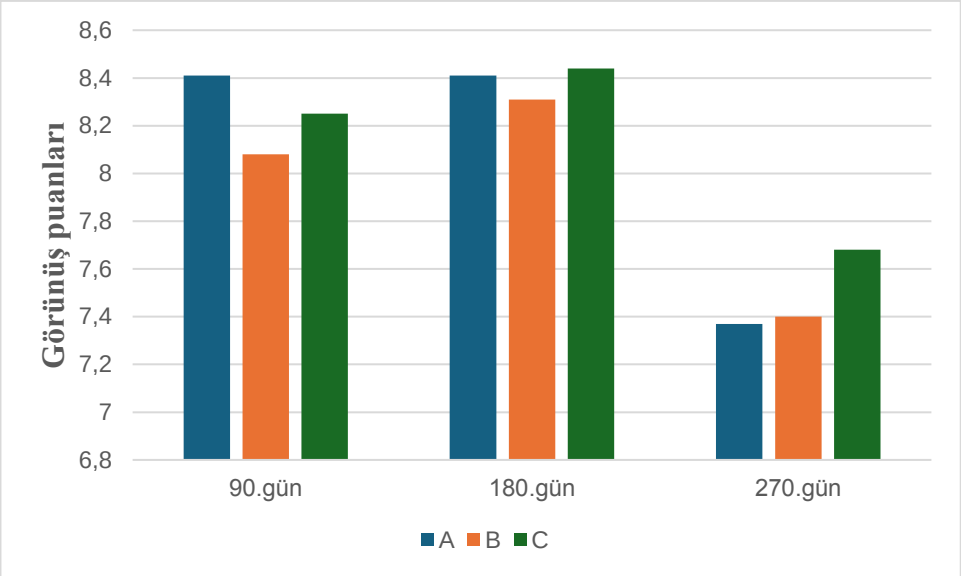
Çizelge 4.38 Yozgat çanak peynir örneklerinin görünüş puanları

Örnekler	Olgunlaşma süresi (gün)		
	90	180	270
A	8.41±0.08	8.41±0.01	7.37±0.88
B	8.08±0.58	8.31±0.15	7.40±0.56
C	8.25±0.35	8.44±0.16	7.68±1.31
Ortalama	**8.24±0.17**	**8.38±0.05**	**7.48±0.39**

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.39 Görünüş puanları'na ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.120	2	0.060	0.078	0.926
Gün	2.819	2	1.409	2.695	0.146
Gün * örnek	0.129	4	0.032	0.062	0.991



Şekil 4.17 Yozgat çanak peyniri örneklerinin görünüş puanları

Yozgat çanak peynirlerinin örnekler ve olgunlaşma günlerinden bağımsız olarak ortalama görünüş puanları incelendiğinde önemli bir farklılığın olmadığı ve 7.48- 8.38 arasında değiştiği saptanmıştır. Tüm olgunlaşma sürelerinde en düşük görünüş puanı B örneğinde, en yüksek görünüş puanı ise C örneğinde belirlenmiştir.

Çiğ sütten üretilen A örneğinin görünüş puanı başlangıçta diğer örneklerden daha yüksek olmasına karşın, olgunlaşma süresi ilerledikçe puanları azalmıştır. Daha ileri aşamalarda, panelistler A örneklerinin diğer peynir örneklerine kıyasla daha koyu bir krem rengine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Isıl işlem uygulanan Yozgat çanak peyniri örneklerinde (B ve C örnekleri), görünüş puanları olgunlaşmanın 180 gününe kadar hafif bir artış göstermişken, A örneğinde değişmemiştir. Tüm örneklerin görünüş puanları olgunlaşmanın sonunda belirgin bir şekilde azalmıştır.

4.8.4 Yapı-tekstür

Çanak peyniri örneklerinin yapı-tekstür puanlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.40'ta sunulmuştur ve Şekil 4.41'de grafik halinde gösterilmiştir. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de sunulmuştur.

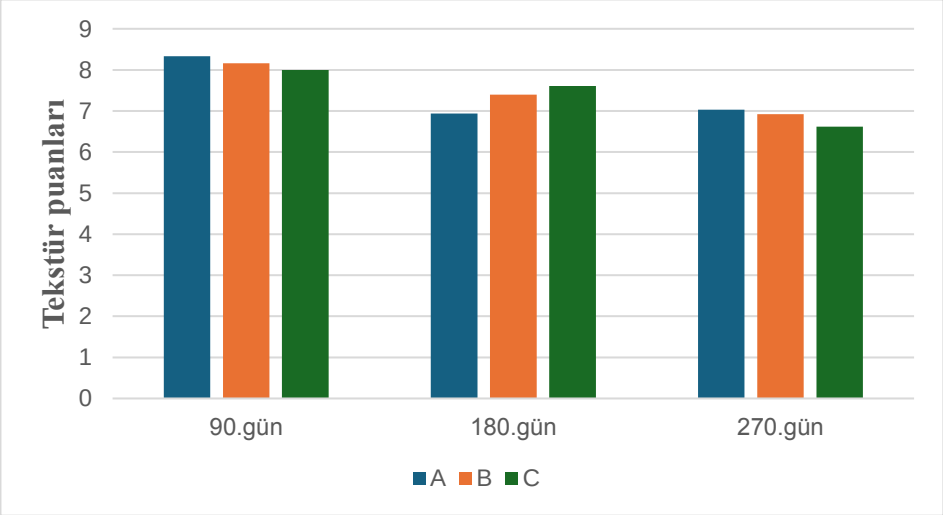
Çizelge 4.40 Yozgat çanak peynir örneklerinin yapı-tekstür puanları

Örnekler	Olgunlaşma süresi (gün)		
	90	180	270
A	8.33±0.17	6.94±0.34	7.03±0.66
B	8.16±0.16	7.40±0.60	6.92±0.67
C	8.00±0.00	7.61±0.81	6.62±1.37
Ortalama	**8.16±0.07**	**7.31±0.35**	**6.86±0.55**

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.41 Yapı-tekstür puanları'na ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.023	2	0.011	0.006	0.993
Gün	5.250	2	2.625	5.389	0.045
Gün * örnek	0.735	4	0.183	0.377	0.817



Şekil 4.18 Yozgat çanak peyniri örneklerinin tekstür puanları

Çanak peyniri örneklerinin yapı-tekstür puanları incelendiğinde, örnekler arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Örneklerin yapı-tekstür puanları 6.62- 8.33 arasında değişmiştir. C örneği olgunlaşmanın 90. ve 270. gününde en düşük puanı, çiğ sütten üretilen A örneği ise en yüksek puanı aldığı belirlenmiştir. Tüm peynir örnekleri

olgunlaşmanın ilk aşamasında yüksek puanlar alırken, olgunlaşma süresince genel olarak bir azalma gözlemlenmiştir. Özellikle, olgunlaşmanın ilk aşamasında, A örneği granüler yapılı ve pürüzsüz olarak tanımlanırken, C örneği en kuru ve sert yapıya sahip peynir olarak belirtilmiştir. Pastörize sütten üretilen B örneği ise, granüler yapısı ve orta seviyede kırılganlıkları ile ayırt edilmiştir. Olgunlaşma ilerledikçe, panelistler çanak peynir örneklerinin özellikle B ve C örneklerinin oldukça sert olduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın ilerlemesine bağımlı kuru madde miktarının artması ile peynir örneklerinde meydana gelen sertleşme örneklerin yapı-tekstür puanlarının düşük olmasında etkili olmuştur.

4.8.5 Genel kabul edilebilirlik

Çanak peyniri örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ilişkin Çizelge 4.42'de sunulmuştur ve Şekil 4.19'da grafik halinde gösterilmiştir. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43'te sunulmuştur.

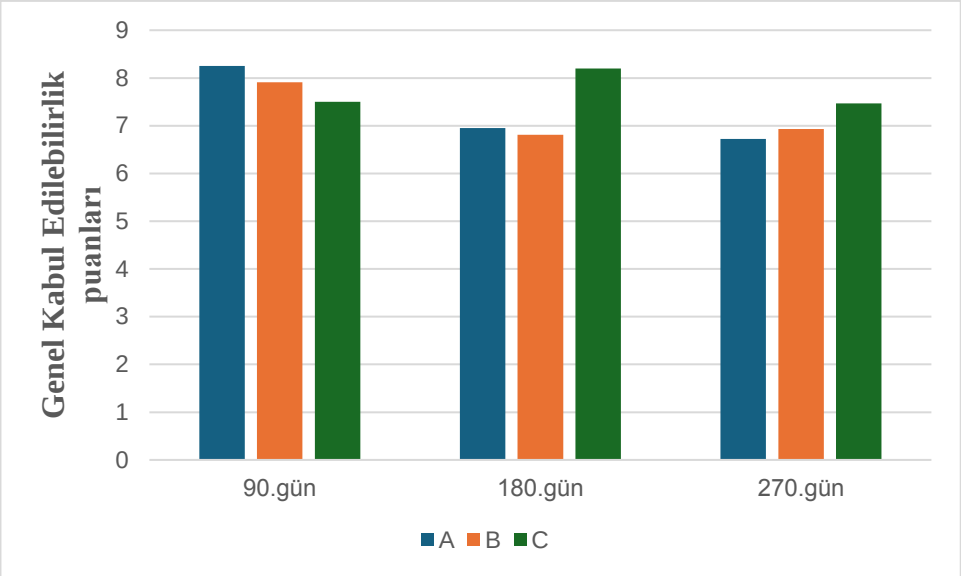
Çizelge 4.42 Yozgat çanak peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları

Örnekler	Olgunlaşma süresi (gün)			
	90	180	270	Ortalama
A	8.25±0.25	6.95±0.24	6.72±0.47	**7.31±0.15**
B	7.91±0.08	6.81±0.61	6.93±0.06	**7.22±0.15**
C	7.50±0.00	8.20±0.20	7.47±1.02	**7.72±0.15**
Ortalama	**7.88±0.08**	**7.32±0.22**	**7.04±0.28**	

A: Çiğ sütten üretilen (ısıl işlem uygulanmamış) kontrol örneği
B: Pastörize sütten üretilen peynir örneği
C: Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneği

Çizelge 4.43 Genel kabul edilebilirlik puanları'na ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Örnek	0.870	2	0.435	3.139	0.183
Gün	2.217	2	1.108	3.054	0.121
Gün * örnek	2.178	4	0.657	1.810	0.245



Şekil 4.19 Yozgat çanak peyniri örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları

Peynirlerin duyusal değerlendirmesi; koku-aroma, tat, görünüş ve yapı-tekstür, ayrı ayrı incelenmesine karşın özelliklerin toplam etkisini belirleme de ve tüketiciler tarafından beğenisin ölçülmesinde genel kabul edebilirlik önemli rol oynamaktadır.

Yozgat çanak peyniri örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerine olgunlaşma süresi ve ısıl işlemin önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$). Olgunlaşmanın 90. gününde, genel kabul edilebilirlik açısından A örneği en çok beğenilen peynir olarak tat, koku, yapı-tekstür ve görünüş açısından almış olduğu puanlar ile paralellik sergilemiştir. C örneği ise en düşük puanı almıştır. Olgunlaşma sonunda C örneği genel kabul edilebilirlik bakımından en çok beğenilen örnek olurken, A örneği de en düşük puan ile yer almıştır (Şekil 4.19). Panelistler, olgunlaşma ilerledikçe A örneğinde aşırı acı ve küflü tat algılandığını belirtmişlerdir.

4.9 Yozgat İlinden Temin Edilen Çanak Peynirlerin Analizler

4.9.1 Geleneksel Yozgat çanak peynirlerinin biyokimyasal özellikleri

Yozgat ilinden farklı üreticilerden temin edilen çiğ sütten üretilmiş çanak peynirlerinin bazı biyokimyasal özellikleri Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.44 Yozgat çanak peynirinin biyokimyasal özellikleri

Analiz	**Peynir Örnekleri**					
	P1	P2	P3	P4	P5	**Ortalama**
Toplam Kurumadde (%)	58.41±0.36	56.10±0.12	58.84±0.07	59.43±0.79	58.84±0.06	**58.28±1.12**
Yağ oranı (%)	24.00±0.00	37.00±0.00	25.00±0.00	26.00±0.00	20.00±0.00	**26.4±5.18**
pH	4.31±0.00	4.81±0.00	5.35±0.00	5.13±0.00	5.16±0.00	**4.95±0.36**
Titrasyon asitliği (%LA)	2.43±0.00	2.41±0.52	1.55±0.00	1.87±0.03	1.25±0.00	**1.9±0.44**
Tuz oranı (%)	3.51±0.00	5.38±0.11	5.03±0.11	4.79±0.11	5.61±0.00	**4.86±0.67**
Toplam protein (%)	7.48±0.00	7.44±0.00	12.82±0.61	12.67±0.14	12.39±0.30	**10.65±2.31**
Kül oranı (%)	4.37±0.04	4.91±0.19	5.13±0.10	5.22±0.08	5.58±0.00	**5.04±0.39**
WSN (%)	0.23±0.00	0.22±0.00	0.36±0.00	0.37±0.00	0.56±0.00	**0.35±0.12**
TN (%)	1.17±0.00	1.16±0.00	2.01±0.07	1.98±0.02	1.94±0.04	**1.65±0.39**
Olgunlaşma indeksi (%)	19.68±0.00	18.95±0.17	18.15±0.59	18.58±0.41	29.31±5.64	**21.00±4.34**
TSAA (mg Leu/g)	1.17±0.00	0.98±0.31	7.95±0.35	10.12±1.07	11.44±1.15	**6.39±4.35**

WSN: Suda çözünebilen Azot ; TN: Toplam azot; TSAA: Toplam serbest Amino Asitler; P1: 180 gün olgunlaştırılmış peynir; P2: 135 gün olgunlaştırılan peynir; P3; 60 gün olgunlaştırılan peynir; P4: 180 gün olgunlaştırılan peynir; P5: 210 gün olgunlaştırılan peynir.

Yozgat çanak peynirlerinin genel bileşim özellikleri; toplam kuru madde, yağ, tuz, toplam protein ve kül içeriği için ortalama değerler sırasıyla %58.28, %26.4, %4.86, %10.65 ve %5.04 olarak bulunmuştur. Deneme örnekleri (A, B ve C peynirleri) ile karşılaştırıldığında Yozgat ilinden temin edilen peynir örneklerinin kurumadde içeriği

bakımından deneme örneklerinin tüm olgunlaşma sürelerindeki değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Geleneksel Yozgat çanak peyniri örneklerinin yağ içeriği %20-%37 arasında değişim göstermiştir. Peynir örneklerin yağ içeriğindeki varyasyonun muhtemel nedeni; farklı üreticilerden temin edilmiş olan peynirlerin olgunlaşma sürelerinin ve buna bağımlı kurumadde içeriklerindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. İlaveten peynir üretiminde kullanılan sütün bileşiminin farklı olması, standart bir üretim yönteminin uygulanmaması da peynirlerin genel bileşim özelliklerinin farklı olmasına neden olabileceği söylenebilir. Geleneksel çanak peynirlerinin ortalama yağ içeriği değeri %26.4±5.18, deneme peynir örneklerinin olgunlaşmanın başlangıcındaki yağ değerlerine yakındır (Çizelge 4.5).

Geleneksel olarak üretilmiş olan Yozgat çanak peynirlerinin pH değerleri 4.31 ile 5.35 arasında değişmekte olup, ortalama 4.95'tir. Deneme örneklerinin (A, B ve C peynirlerin) pH değerleri ise bu değerlerden daha yüksektir. TS 591 Peynir Standardı'na göre, peynirdeki titrasyon asitliği, laktik asit cinsinden %3'ü geçmemelidir. Geleneksel Yozgat çanak peyniri örneklerinin titrasyon asitliği ortalama olarak %1.9 olup, %1.25 ile %2.43 arasında değişmektedir ve TS 591 Peynir standardı ile uyumludur. Temin edilen çanak peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri, deneme peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Yozgat ilinden sağlanan geleneksel çanak peynirlerinin tuz içeriği ortalama %4.86 olup, %3.51 ile %5.61 arasında değişmektedir. Örneklerin tuz içerikleri arasındaki farklılık geleneksel üretimde farklı üreticiler tarafından uygulanan tuzlama yöntemine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle çanak peynirinde elle ve düzensiz tuzlanması sonucu tuzun peynir kitlesinde dağılımında dengesizliğe neden olmaktadır. Üretilen peynirlerin tuz içeriği, Yozgat'tan alınan beş yerel piyasa örneğiyle karşılaştırıldığında kullanılan tuz oranı ile ilişkili olarak daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Yozgat' dan temin edilen çanak peynirlerinin kül içeriği için minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla %4.47, %5.58 ve %5.04 olarak bulunmuştur. (Çizelge 4.44). Deneme peynirlerin kül (%) içerikleri, yerel üreticiden temin edilen örneklerden daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 4.7). Her iki peynir grubunun kül içeriğindeki söz konusu

bu farklılık, süt bileşimi, üretim teknikleri ve olgunlaşma süresi gibi birçok faktöre bağlanabilir (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Yozgat çanak peynirinin toplam protein içeriği, üretim teknikleri, süt bileşimi ve olgunlaşma aşamasındaki farkları yansıtan bir dalgalanma göstermiştir. Yozgat çanak peynirinin toplam protein içeriği minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla %7.48 ile %12.82 arasında %10.65 olarak belirlenmiştir. Deneme örneklerinin protein içerikleri geleneksel çanak peynirlerinin protein içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur. Geleneksel Yozgat çanak peynirlerinin toplam azot içeriği, 1.16 ile 2.01 arasında değişmekte olup, ortalama 1.65'tir (Çizelge 4.44). En yüksek toplam azot içeriği 60 gün olgunlaşmış olduğu bildirilen P3 örneğinde gözlenmiş olup pastörize sütten üretilmiş deneme peynir örneğinde (B örneği) olgunlaşmanın ilk gün elde edilen değere yakın bulunmuştur (Çizelge 4.15). Ancak, geleneksel çanak peynirlerinin ortalama azot içerikleri deneme örnekleri A, B ve C peynirlerinin tüm olgunlaşma günlerindeki toplam azot içeriklerinden daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.22).

Yozgat çanak peynirlerinin WSN içeriğine ait minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla %0.22, 0.56 ve 0.35 bulunmuştur. WSN'nin en düşük değeri %0.22 ve %0.23 yaklaşık olarak 135-180 gün olgunlaşmış P1 ve P2 örneklerinde saptanmıştır. Bu değerler deneme örnekleri A, B ve C peynirlerinde olgunlaşmanın 270. gününde tespit edilen en yüksek değer olan 0.118'i ile kıyaslandığında oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Olgunlaşma indeksi, peynirlerin olgunlaşma seviyesini gösteren önemli bir parametredir (Fox vd. 2017). Çizelge 4.41 incelendiğinde, temin edilen peynir örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerinin %18.15 ile 29.31 arasında değiştiği ve ortalama %21 olduğu görülmektedir. WSN değerleri ile benzer şekilde temin edilen örneklerin en düşük olgunlaşma indeksi değeri, A, B ve C peynirlerinin WSN değerlerinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.20). Bu durum Yozgat ilinde geleneksel olarak yapılan peynirlerin olgunlşam aşureleri dikkate alındığında daha fazla proteoliz gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Suda çözünebilen azot gibi, toplam serbest amino asit değeri de proteoliz için önemli bir göstergedir ve bu değerlerin, süt enzimleri, pıhtılaştırıcılar ve peynir mikroflorası tarafından etkilendiği bilinmektedir (Say 2022). Amino asitlerin katabolizması, peynirin olgunlaşma sürecinde tat gelişiminde önemli bir rol oynar (McSweeney ve Sousa 2000). En düşük toplam amino asit değeri 0.98 mg Leu/g 135 gün olgunlaşmış P2 örneğinde, en yüksek değer ise 11.44 mg Leu/g ile 210 gün olgunlaşmış P5 örneğinde tespit edilmiştir. Temin edilen Yozgat çanak peynirlerinde toplam amino asitlerin ortalama değeri 6.39 mg Leu/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.44).

Olgunlaşma indeksi ve WSN değerlerinin aksine temin edilen Yozgat çanak peynir örneklerinin toplam amino asit değerleri, deneme örnekleri A, B ve C peynirlerinin TSSA değerlerinden genel olarak daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.28). Bununla birlikte, A ve C örneklerinin olgunlaşmanın ilk günündeki TSAA değerleri, yaklaşık 135-180 gün olgunlaşmış P1 ve P2 örneklerinin değerlerine yakın bulunmuştur. Ayrıca, olgunlaşmanın 180. ve 270. günlerinde C örneğinde tespit edilen TSAA değerleri, özellikle, P3 ve P4 örneklerininki ile yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Her iki grupta gözlemlenen amino asit konsantrasyonlarında ki bu dalgalanmaların, peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün mikroflorasına, starter olarak kullanılan bakterilerin ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin (NSLAB) enzimatik aktivitesine, mevcut bakteri türüne, peynirin olgunlaşma aşamasına, sıcaklık, pH gibi çevresel faktörlere bağlı olması ile açıklanabilir (McSweeney 2004).

4.9.2 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin mikrobiyolojik sonuçları

Yozgat ilinden farklı üreticilerden temin edilen çiğ sütten üretilmiş çanak peynirlerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.45 Temin edilen çanak peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri (log kob/g)

	Peynir Örnekleri					
	P1	P2	P3	P4	P5	Ortalama
Koliform	TE	TE	TE	3.39±0.00	2.69±0.00	1.21±1.68
TAMB	7.00±0.00	5.00±0.00	8.75±0.00	7.15±0.00	7.31±0.00	7.04±1.19
Maya / küf	6.35±0.00	8.00±0.00	7.24±0.00	5.17±0.00	8.18±0.00	6.98±1.24

P1: 180 gün olgunlaştırılmış peynir; P2: 135 gün olgunlaştırılan peynir; P3: 60 gün olgunlaştırılan peynir; P4; 180 gün olgunlaştırılan peynir; P5: 210 gün olgunlaştırılan peynir; TE: Tespit edilmemiştir

Hijyenik koşullarda üretim ve depolamanın göstergesi olan koliform grup mikroorganizmalar, P1, P2, P3 örneklerinde tespit edilmemiştir ancak P4 ve P5 peynir örneklerinde, sırasıyla 3.39 log kob/g ve 2.69 log kob/g düzeyinde tespit edilmiştir. Buna karşılık üretilen peynir örneklerinde koliform grup mikroorganizmalar olgunlaşma süreci boyunca tespit edilmemiştir (Çizelge 4.17). Peynir örneklerinin üretiminde kullanılan çiğ süt ve pastörize sütlerde de koliform bakteri bulunmadığı (Çizelge 4.2) da göz önünde alınsada da hijyenik üretim koşullarının sağlanması önemini ortaya koymaktadır. Üretilen peynirlerin daha düşük nem ve yüksek tuz içeriğine sahip olmaları da önemli bir etkendir. Geleneksel peynirlerden iki üreticide tespit edilmesinin nedeni üretiminde hijyenik koşulların temin edilememesi, çiğ sütün kalitesi, çanaklardan ve olgunlaşma sırasında olabilecek kontaminasyondan kaynaklanabilir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, dört çanak peynir örneğinde yakın değerlerde olup birinde farklılık bulunmuştur. Örneklerin TMAB sayısı 5.00-7.31 log kob/g arasında ve ortalama 7.04 log kob/g saptanmıştır. Üretilen çanak peynir örneklerinde de benzer olarak 6.08 log kob/g ile 7.97 log kob/g arasında değişmektedir (Çizelge 4.18).

Yozgat çanak peynirinin olgunlaşması sırasında ortamın etkisiyle maya -küf gelişimi yaygın olarak görülmektedir. Temin edilen Yozgat çanak peynir örneklerde maya ve küf sayıları 5.17 log kob/g ile 8.18 log kob/g arasında değişmekte ve ortalama 6.98 log kob/g belirlenmiş olup, bu değerler deneme peynir örneklerine kıyasla daha yüksektir (Çizelge 4.20). Piyasadan temin edilen Yozgat çanak peynirlerinde belirlenen yüksek maya/küf

sayısının, çiğ sütün kalitesinden ve hijyenik olmayan üretim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.9.3 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin serbest yağ asidi kompozisyonu

Yozgat ilinden farklı üreticilerden temin edilen çiğ sütten üretilmiş çanak peynirlerin serbest yağ asitleri içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46 Yozgat çanak peyniri örneklerinde serbest yağ asitleri içeriği (ppm)

Serbest yağ asidi	**Yozgat çanak peynirleri**					
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**Ort**
(C4:0)	3.38±0.37	1.19±0.01	1.43±0.06	2.99±0.06	2.23±0.3	**2.24±0.84**
(C6:0)	0.94±0.04	TE	0.86±0.04	2.34±0.05	1.10±0.18	**1.04±0.68**
(C8:0)	TE	TE	0.1±0.01	0.4±0.04	TE	**0.10±0.14**
(C10:0)	0.47±0.00	TE	0.65±0.07	2.28±0.47	0.55±0.14	**0.79±0.77**
(C12:0)	0.07±0.00	TE	0.48±0.03	1.92±0.36	0.14±0.00	**0.52±0.71**
(C14:0)	TE	TE	2.19±0.11	6.08±0.67	1.30±0.00	**1.91±2.24**
(C16:0)	14.98±0.55	14.38±0.01	4.43±0.17	7.20±0.37	4.06±0.00	**9.76±4.76**
(C18:0)	28.67±1.56	35.44±1.68	8.67±0.06	8.94±0.33	2.30±1.08	**17.02±12.61**
(C18:1)	2.00±0.30	0.27±-0.00	5.81±0.13	5.55±0.03	2.56±1.00	**2.31±2.07**
(C18:2)	4.56±0.03	TE	3.97±0.11	2.47±0.06	TE	**2.20±1.92**

P1; 180 gün olgunlaştırılmış peynir; P2; 135 gün olgunlaştırılan peynir; P3; 60 gün olgunlaştırılan peynir; P4; 180 gün olgunlaştırılan peynir; P5; 210 gün olgunlaştırılan peynir; TE: Tespit edilmemiştir

Genel olarak, üretilen (A,B ve C) ve satın alınan çanak peynirlerinde serbest yağ asidi içeriği, diğer peynir çeşitlerine kıyasla daha düşüktür (Çizelge 4.31). Benzer bir gözlem, Kırdar ve Köse (2022) tarafından yapılan çalışmada da bildirilmiş olup, bu farkın süt türü ve bileşimi, süte uygulanan ısıl işlemler, üretim yöntemleri ve olgunlaşma ile depolama koşulları gibi faktörlere bağlı olabileceği belirtilmiştir. Temin edilen Yozgat çanak peynirlerinin serbest yağ asitleri profili incelendiğinde; kısa zincirli serbest yağ asitleri grubu düşük konsantrasyonlarda belirlenmişken ve bazı serbest yağ asitleri bazı örneklerde tespit edilememiştir (Çizelge 4.46).

Kısa zincirli serbest yağ sitleri içerisinde bütanoik asit tüm peynirlerde saptanmıştır. En yüksek bütirik asit (C4:0) konsantrasyonu 180 gün olgunlaştırılmış P1 çanak peyniri örneğinde 3.38 ppm, en düşük konsantrasyonu 135 gün olgunlaştırılmış P2 örneğinde 1.19 ppm olarak tespit edilmiştir.

Temin edilen beş örneğin bütanoik asit miktarları, deneme örneklerinden ısıl işlem uygulanmış B ve C örneklerinin tüm olgunlaşma sürelerinde saptanan bütanoik asit miktarlarına yakın değerlerde bulunmuştur. Ancak çiğ sütten üretilen A örneği ile kıyaslandığında, temin edilen peynirlerin bütanoik asit konsantrasyonu olgunlaşmanın 90. gününden sonraki değerlerden belirgin şekilde daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.46).

Hekzanoik asit (C6:0), P2 örneği hariç, temin edilen diğer çanak peynirlerinde tespit edilmiştir. En yüksek hekzanoik asit konsantrasyonu P4 çanak peyniri örneğinde 2.34 ppm, en düşük konsantrasyonu P2 örneğinde 0.86 ppm olarak saptanmıştır. Temin edilen peynir örneklerinden dördünde tespit edilen hekzanoik asit miktarı, deneme örneklerinden pastörize sütten üretilen B örneğinde tüm olgunlaşma sürelerinde saptanan hekzanoik asit miktarlarından daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Ancak çiğ sütten üretilen A örneği ve pıhtıya ısıl işlem uygulanmış C peynir örneği ile kıyaslandığında, temin edilen peynirlerin hekzanoik asit konsantrasyonu olgunlaşmanın 90. gününden sonraki değerlerden belirgin şekilde daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.46).

P1, P2 ve P5 örneklerinde kaprilik asit (C8:0) tespit edilmemişken, P3 ve P4 peynirlerinde kaprilik asit içeriği sırasıyla 0.1 ve 0.4 ppm olarak saptamıştır. Deneme örneklerinden pastörize sütten üretilen peynir örneğinde (B örneği) olgunlaşma sürecinde kaprilik asit tespit edilmemiş, ancak A ve C örneklerinde özellikle olgunlaşmanın 90. gününden sonra bu asidin konsantrasyonu belirgin şekilde yükselmiştir (Çizelge 4.31).

Kaprik asit (C10:0), P2 örneği dışında, piyasasından temin edilen tüm peynirlerde saptanmıştır (Çizelge 4.46). En yüksek C10:0 konsantrasyonu P4 çanak peyniri örneğinde 2.28 ppm, en düşük konsantrasyonu P1 örneğinde 0.47 ppm olarak tespit edilmiştir.

Çanak peyniri örneklerinin kaprik asit miktarları, deneme örneklerinden pastörizasyon uygulanmış B örneği dışında, A ve C örneklerinin tüm olgunlaşma sürelerinde saptanan kaprik asit miktarlarından daha düşük belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Laurik asit (C12:0), P2 hariç, P1, P3, P4 ve P5 peynirlerinde tespit edilmiştir. Laurik asit konsantrasyonu 0.07–1.92 ppm arasında ve ortalama 0.52 ppm saptanmıştır. Laurik asit konsantrasyonunun ortalaması, deneme örneklerinden daha düşük tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

Miristik asit (C14:0), P1 ve P2 peynir örneklerinde tespit edilmezken, diğer piyasa örneklerinde söz konusu yağ asidi içeriği 1.3 ile 6.08 ppm arasında değişmiş ve ortalama 1.91 ppm olarak belirlenmiştir. Deneme örnekleri A, B ve C'de miristik asit konsantrasyonu (özellikle olgunlaşmanın son aşamasında) , Yozgat ilinden temin edilen çanak peyniri örneklerinin değerlerindendaha düşük saptanmıştır.

Palmitik yağ asidi (C16:0), temin edilen beş örnekte de tespit edilmiş olup, konsantrasyonu belirgin farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.46). En yüksek palmitik asit konsantrasyonu P1 çanak peyniri örneğinde 14.98 ppm, en düşük konsantrasyonu P5 örneğinde 4.06 ppm, ortalama 9.76 ppm olarak tespit edilmiştir. Temin edilen 5 örneğin ortalama palmitik asit miktarları, deneme örneklerinden ısıl işlem uygulanmış B ve C örneklerinin olgunlaşmanın son aşamasında saptanan palmitik asit miktarlarından belirgin şekilde daha düşük değerlerde bulunmuştur. Ancak çiğ sütten üretilen A örneği ile kıyaslandığında, temin edilen peynirlerin palmitik asit konsantrasyonu olgunlaşmanın 90. gününden sonraki değerlere yakın bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Uzun zincirli serbest yağ asitleri içerisinde stearik asit (C18:0) tüm peynir örneklerinde tespit edilmiştir. Palmitik asit içeriğindeki değişime benzer şekilde, stearik asit konsantrasyonu da belirgin farklılıklar göstermiştir. En yüksek stearik asit konsantrasyonu P2 çanak peyniri örneğinde 35.44 ppm, en düşük konsantrasyonu P5 örneğinde 2.3 ppm olarak tespit edilmiştir.

Yozgat ilinden temin edilen peynir örneklerinde saptanan iki doymamış serbest yağ asidi oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2), sırasıyla 2.31 ppm ve 2.20 ppm olarak saptanmıştır. Oleik asit tüm peynirlerde saptanmış olup, en yüksek konsantrasyonu P3 çanak peyniri örneğinde 5.8 ppm, en düşük konsantrasyonu P2 örneğinde 0.27 ppm olarak tespit edilmiştir. Temin edilen peynirlerin oleik asit konsantrasyonu deneme örneklerinin olgunlaşmanın 90. gününden sonraki değerlerinden belirgin şekilde daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Linolenik asit (C18:2) P2 ve P5 peynirlerde saptanmamıştır. En yüksek linolenik asit konsantrasyonu P1 çanak peyniri örneğinde 4.56 ppm, en düşük konsantrasyonu P4 örneğinde 2.47 ppm olarak tespit edilmiştir. Piyasadan temin edilen peynir örneklerin linolenik asit konsantrasyonu, deneme örneklerinden A ve C örneklerinin olgunlaşmanın 90. gününden sonra saptanan linolenik asit miktarlarından daha düşük olarak belirlenmiştir. Ancak pastörize sütten üretilen B örneğinde, linolenik asit miktarı olgunlaşmanın 270. gününde saptanmış ve temin edilen peynirlerin miktarlarından daha yüksek bulunmuştur.

4.9.4 Yozgat ilinden temin edilen çanak peynirlerin uçucu bileşenleri

Yozgat ilinden farklı üreticilerden temin edilen çiğ sütten üretilmiş çanak peynirlerin uçucu bileşenleri içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.47 Yozgat çanak peyniri örneklerinin uçucu bileşen içeriği (ppm)

Uçucu bileşenler	**Yozgat çanak peyniri örnekleri ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)**				
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
Asitler					
Asetik asit	2231.2±308.04	1542.87±552.30	60.97±24.34	1442.04±286.81	2530.38±492.78
Bütirik asit	TE	2733.58±871.75	1183.39±367.13	2186.65±364.86	2482.39±246.85
3-metil bütanoik asit	TE	TE	569.23±0.00	TE	113.90±0.00
Hekzanoik asit	566.98±83.95	88.33±0.00	352.80±128.71	736.99±0.00	745.13±0.00
Benzoik asit	TE	1104.00±0.00	TE	TE	TE
Valerik asit	106.99±23.73	332.91±0.00	329.05±0.00	523.80±0.00	780.66±0.00
Propionik asit	714.0±166.75	119.71±15.78	TE	137.46±27.56	252.01±16.66
Propionik asit, 2 metil-	TE	TE	139.44±42.15	TE	18.42±0.00
Alkoller					
3-(Metiltio)-1-propanol	TE	TE	18.93±0.00	11.48±1.21	TE
2-Bütanol	2169.59±109.39	1175.67±0.00	TE	TE	.
2-Pentanol	598.94±82.06	TE	TE	TE	TE
2-Heptanol	47.78±17.22	TE	TE	TE	TE
Bütilalkol	184.10±15.08	TE	TE	TE	TE
3-metil 1-bütanol	1251.95±157.19	619.21±194.90	2334.20±528.53	1635.97±302.06	1116.05±203.48
Ketonlar					
2-Bütanon, 3-hidroksi-	185.30±59.59	165.49±52.54	335.02±99.20	235.44±49.20	336.90±70.16
2-bütanon, 3-metil-	TE	TE	TE	TE	890.99±00.00
2-Pentanon	336.75±0.00	194.08±0.00	TE	243.66±0.00	597.79±0.00
2-Heptanon	78.83±0.00	51.35±0.00	156.56±0.00	TE	TE
2-Nonanon	TE	TE	TE	9.43±0.00	TE
2,3-Bütanedion	55.37±22.01	77.76±0.00	252.83±92.06	TE	237.04±61.07
Esterler					
Etil bütirat	TE	TE	245.01±0.00	1561.46±337.99	TE
Etil asetat	TE	TE	6464.43 ±0.00	2327.73±0.00	TE
Etil Hekzanoat	36.09±0.00	TE	229.94±46.20	697.81±178.27	220. 35±32.67
Etil Oktanoat	TE	TE	20.83±5.71	TE	TE
Etil Laktat	38.31±0.00	TE	TE	72.05±0.00	TE
Izoamil asetat	TE	TE	2747.92±430.41	318.41±14.70	TE
Izobutil asetat	TE	TE	624.37±18.40	TE	TE

P1: 180 gün olgunlaştırılmış peynir; P2: 135 gün olgunlaştırılan peynir; P3: 60 gün olgunlaştırılan peynir; P4: 180 gün olgunlaştırılan peynir; P5: 210 gün olgunlaştırılan peynir, TE: Tespit edilmemiştir.

Uçucu bileşenlerin kompozisyonu ve konsantrasyonu daha önce de belirtildiği gibi, olgunlaşma süreci boyunca çeşitli faktörlerden etkilenerek önemli ölçüde değişmektedir. Ayrıca, olgunlaşma dinamik bir süreçtir ve zaman içinde gelişen lipoliz, proteoliz ve fermantasyon gibi karmaşık biyokimyasal reaksiyonlarla yönlendirilmektedir. Bu nedenle, Yozgat piyasasından temin edilen peynirlerin olgunlaşma süresi ve koşullarıyla ilgili bilgilerin kesin olmaması nedeniyle, temin edilen örnekler ile deneme örnekleri A, B ve C peynirleri arasında nicel bir karşılaştırmadan ziyade nitel bir karşılaştırmanın daha anlamlı ve kabul edilebilir olacağı düşünülmektedir.

Geleneksel üretilen Yozgat piyasasından temin edilen örneklerde toplam 27 uçucu bileşen tespit edilmiştir, ancak saptanan 5 uçucu bileşen tüm peynir örneklerinde ortak yer almaktadır. Yozgat çanak peynirlerinin uçucu bileşen profiline baktığımızda 8 asit, 6 alkol, 6 keton ve 7 esterden oluşmaktadır (Çizelge 4.47). Asitler, tüm örneklerde en fazla tespit edilen grubu oluştururken, alkol bileşikleri en fazla P1 örneğinde, ester bileşikleri en fazla P3 ve P4 örneklerinde ve keton bileşiklerinde en fazla P5 peynir örneğinde saptanmıştır.

Deneme örneklerinden A, B ve C peynirlerinde toplam 32 adet uçucu bileşen tespit edilmiş olup, bu peynir örneklerinde alkol ve keton bileşiklerinin sayısı daha yüksek, buna karşın asit ve ester bileşiklerinin sayısı daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Peynir örneklerinde 8 asit bileşiği tespit edilmiştir. Bunlardan Asetik asit, hekzanoik asit ve valerik asit temin edilen tüm peynir örneklerinde belirlenmiştir. Bütanoik asit sadece P1 örneğinde saptanmamıştır. Benzoik asit yalnızca P2 örneğinde, propiyonik asit ise yalnızca P3 örneğinde tespit edilmiştir. Ayrıca, 3-metilbutanoik asit ve 2-metilpropiyonik asit her iki grupta da (deneme örnekleri ile temin edilen Yozgat çanak peyniri örnekleri) daha düşük miktarlarda bulunmuştur.

Temin edilen peynir örneklerinde 6 alkol bileşiği saptanmıştır. Bunlardan 5'i P1 örneğinde tespit edilmiş olup, 3 metil 1-butanol tüm peynirlerde saptanmıştır. Deneme örnekleri (A, B ve C) ile temin edilen Yozgat çanak peyniri örneklerinde yaygın olarak bulunan alkoller arasında 2-butanol, 2-pentanol, 2-heptanol ve 3-metil-1-butanol yer

almaktadır. Alkol bileşiklerden 2-pentanol, 2-heptanol ve bütilalkol ise yalnızca P1 peynir örneğinde tespit edilmiştir.

Peynirlerde tespit edilen başlıca ketonlar arasında 2-bütanon 3-hidroksi, 2-pentanon, 2-heptanon ve 2,3-bütandiol yer almaktadır. Tüm ketonlar arasında en yüksek konsantrasyona sahip olan 2-butanon 3-metil, (890.99 ppm) yalnızca P5 örneğinde tespit edilmiştir

Etil esterleri (5 adet ester), P3 ve P4 peynir örneklerinde baskın ester bileşikleridir ve diğer esterler isoamil asetat ve izobütil asetat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.47). Engel vd. (1997) etil esterlerin en yüksek seviyelerinin, birincil alkol ve yağ asitlerinin yüksek konsantrasyonlarıyla pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Etil asetat, en yüksek seviyede bulunan ester bileşeni olup P3 örneğinde tespit edilmiştir. P5 örneğinde yalnızca bir ester olan etil hekzanoat tespit edilmiştir. P2 örneğinde ester bileşiği tespit edilmemiştir.

4.9.5. Duyusal değerlendirme

Yozgat ilinden farklı üreticilerden temin edilen çiğ sütten üretilmiş çanak peynirlerinin duyusal değerlendirme sonuçlarına ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.48 Yozgat çanak peyniri örneklerinin duyusal değerlendirmelerdeki puanları

	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**Ortalama**
Koku	5.1	4.1	5.1	4	5.5	4.76±0.59
Tat ve aroma	5.1	5.1	3.8	3.8	5.7	4.7±0.76
Yapı-Tekstür	7.2	5.9	6.5	6.6	6.7	6.58±0.46
Görünüş	6.7	5.6	6.4	6.1	5.7	6.1±0.41
Genel kabul edilebilirlik	5.4	4.2	4	3.9	5.8	4.37±0.69

P1: 180 gün olgunlaştırılmış peynir; P2: 135 gün olgunlaştırılan peynir; P3: 60 gün olgunlaştırılan peynir; P4: 180 gün olgunlaştırılan peynir; P5: 210 gün olgunlaştırılan peynir

Yozgat ilinden temin edilen peynir örneklerinin koku, tat ve aroma, yapı- tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik özellikleri değerlendirilmiştir. Panelistlerin peynirler için verdiği duyusal değerlendirme puanları göz önüne alınarak deneme örnekleri A, B ve C peynirleri için elde edilen duyusal değerlendirme puanları ile karşılaştırıldığında Yozgat ilinden temin edilen peynir örneklerinin tüm kategorideki puanları genel olarak daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.48).

Peynirlerin koku puanları 10 tam puan üzerinden 4 ile 5.5 puan arasında saptanmıştır. Panelistler tarafından P2 örneğinde güçlü bir sirke ve alkol kokusu, P4 örneğinde ise sarımsak kokusu algılanmıştır. Zayıf meyvemsi kokusu ile P3 örneği ekşi koku ile algılanan P2 örneğine göre nispeten daha yüksek puanlar almıştır. Yozgat çanak peynir örneklerinin almış oldukları tat ve aroma puanları deneme çanak peyniri örneklerinin almıştat ve aroma puanlarından daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.36). P5 örneği tat ve aroma özelliği bakımından en yüksek 5.7 puanı panelistlerden almış olsa da, hafif asidik ve bozuk tat bu peynir örneğinde panelistler tarafından belirgin olarak hissedilmiştir. Asidik tat P1 örneğinde daha az düzeyde algılanırken, ransit tat P1 örneği hariç tüm örneklerde algılanmıştır. Hoş olmayan yabancı bir tat belirgin şekilde P3 peynir örneğinde, sarımsak tat ve aroması ise sadece P4 peynir örneğinde belirlenmiştir. Literatürde yapılmış bazı araştırmalarda, peynirlerde algılanan sarımsak aromasının, serbest yağ asitlerinin sülfidril gruplarının artan miktarlarından kaynaklandığı (Iwasawa vd. 2014), artan hekzanoik asit miktarının ise peynirlerde istenmeyen asidik bir tat oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Zheng vd. 2021).

Bu çalışmada, görünüş özellikleri dikkate alındığında, eEn yüksek görünüş puanı piyasadan temin edilen P1 peynirinde 6.7 iken en düşük görünüş puanı 5.7 ile P5 örneğinde saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sırasında panelistler piyasadan temin edilen peynirlerinin görünüş özelliklerini değerlendirirken peynirlerin kremimsi renkte olduğunu ancak homojen olmadığı vurgulanmıştır

Yapı ve tekstür açısından değerlendirildiğinde, temin edilen çanak peynir örneklerinin puanları 5.9-7.2 ortalama 6.85 olarak bulunmuştur. P2 peynir örneğinin, diğer peynirler arasında en düşük tekstür puanını almasının panelistler tarafından ifade edilen yapışkan

tekstür özelliğine sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. P1 örneği dışında, söz konusu peynir örnekleri ile ve olgunlaşmanın 270. gününde deneme örneklerinin yapı-tekstür puanları ile yakın olduğu gözlenmiştir. Ancak 270 gün olgunlaştırılan A, B ve C örneklerinin Yozgat ilinden temin edilen tüm peynir örneklerine (olgunlaşma süresi 60-210 gün arasında değişen) göre daha sert olarak olduğu ifade edilmiştir.

Piyasadan toplanan Yozgat çanak peyniri örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları 3.9-5.8 arasında değişmiş ve ortalama 4.37 olarak bulunmuştur. En uzun 210 gün süreyle olgunlaştırılan P5 örneği en yüksek kabul edilebilirlik puanını (5.8) almıştır. Deneme örneklerinin (A, B ve C) almış oldukları genel kabul edebilirlik puanları, piyasadan temin edilen peynirlerinin almış oldukları genel kabul edebilirlik puanlarının üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.42). Bu bağlamda, daha uygun ve kontrol koşullarda üretilen peynir örneklerinin kabul edebilirlik açısından daha üstün duyusal niteliklere sahip oldukları sonucu çıkmaktadır.

5. SONUÇ

Geleneksel Yozgat çanak peynirinin üretiminde iki önemli parametre olan ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin ürünün kimyasal, fizikokimyasal, mikrobiyolojik, lipolitik ve proteolitik niteliği, duyusal özellikleri ve uçucu bileşenleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, Yozgat çanak peynirinin geleneksel üretim yönetimine bağlı kalarak işletme koşullarında çiğ sütten (A peyniri) , ısıl işlem uygunlanmış (pastörize) sütten üretilen peynirler (B peyniri) ile pıhtıya ısıl işlem uygulanarak üretilen (C peyniri) olmak üzere 3 farklı muamele ile elde edilmiş peynir örnekleri çömlekler (çanaklar) içerisinde toprağa gömülü olarak 270 gün olgunlaşma süresi boyunca bazı nitelikleri yönünden incelenmiştir. İkinci aşamada ise Yozgat ilinde 5 farklı üreticiden temin edilen çanak peyniri örnekleri deneme örnekleri (A, B ve C peynirleri) ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Yozgat çanak peynirlerinin genel bileşim özellikleri incelendiğinde; peynir örneklerinin yağ, kül, tuz ve protein içerikleri üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresi ve iki parametre arasındaki interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Peynir örneklerinin pH değerleri üzerine ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi örneklerden ve olgunlaşma süresinden bağmsız olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Olgunlaşma süresinin peynirlerin toplam kurumadde içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm peynirlerin toplam kuru madde değerleri 270 günlük olgunlaşma süresi boyunca artış göstermiştir. Bu artış, ısıl işlem uygulanmış peynirlerde daha belirgin ortaya çıkmıştır. Kurumadde oranı, temin edilen piyasa peynirlerinde %56.10-59.43 arasında ve ortalama %58.28 olarak saptanmıştır. İlaveten deneme örneklerinin tüm olgunlaşma dönemlerinde tespit edilen kurumadde değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Tüm deneme örneklerinde yağ, kül ve tuz değerleri olgunlaşma süresince artmıştır. Bu değerlerin, Yozgat ilinden temin edilen peynir örneklerinin yağ, kül ve tuz içeriklerine oranla daha yüksek oldukları belirlenmiştir.

Çiğ sütten üretilmiş Yozgat çanak peyniri örneğinde (A peyniri) pH değeri olgunlaşmanın 180.gününde artmış, sonrasında ise düşüş meydana gelmiştir. Pıhtıya ısıl işlem uygulanmış peynir örneğinde (C peyniri) ilk 90 gün içerisinde pH değeri, diğer peynirlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ancak, olgunlaşmanın daha sonraki aşamalarında pH değerlerinde dengesiz bir değişim olduğu gözlenmiştir. Pastörize sütten üretilen peynir örneğinin (B peyniri) pH değerinde olgunlaşma süresince, önemli bir değişim saptanmamıştır. pH değeri, piyasadan temin edilen çanak peyniri örneklerinde 4.31-5.35 arasında değişmiş ve ortalama 4.95 olarak saptanmış ve deneme peynir örneklerinin pH değerleri ise, bu değerlerden daha yüksek belirlenmiştir.

Titrasyon asitliği (%LA) değerleri tüm deneme çanak peynirleri için ilk 90 gün içinde azalmış, daha sonra artış göstermiştir. Çiğ sütten üretilen peynirlerin (A peyniri) pH değerleri, ısıl işlem uygulanmış peynirlere (B ve C peyniri) kıyasla olgulaşmanın 90. gününden itibaren daha yüksek seyretmiştir. Titrasyon asitliği piyasadan temin edilen çanak peynirlerinde 1.25-2.43% arasında ve ortalama % 1.9 olarak bulunmuştur.

Pastörize sütten üretilmiş peynir örneğinde toplam protein içeriği diğer örneklere göre nispeten düşük olduğu tespit edilmiştir. Tüm deneme peynirlerinin toplam protein değerlerinde olgunlaşma süresince artış saptanmıştır. Toplam protein içeriği, temin edilen Yozgat çanak peyniri örneklerinde minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla %7.44, %12.82 ve %10.65 olarak bulunmuştur.

Yozgat çanak peynirlerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde; hijyenik üretim koşulları garanti altına alınmış olması sebebiyle deneme peynirlerinin (A, B ve C) hiçbirinde koliform grubu bakteriler olgunlaşma süresi boyunca tespit edilmemiştir. Koliform grup bakteriler yalnızca piyasadan alınan beş Yozgat çanak peynirlerinden ikisinde saptanmış ortalama 1.21 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı deneme Yozgat çanak peynirlerinde 8.36-5.52 log kob/g düzeyinde belirlenmiştir. Çiğ ve ısıl işlem uygulanmış sütten üretilen peynirlerin toplam mezofilik aerobik bakteri içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ayrıca peynir örneklerinin olgunlaşma süresince TMAB

sayısı azalmıştır ($p>0.05$). Piyasadan temin edilen peynirlerin TMAB sayıları 5.00 -8.75- log kob/g arasında değişim göstermiş ve ortalama 7.04 log kob/g olarak bulunmuştur.

Pastörize sütten üretilen peynir örneklerinde ilk 90 gün içerisinde maya ve küf sayısında hızlı bir artış olduğu saptanmıştır. Olgunlaşmanın daha sonraki aşamalarında ise tüm deneme peynir örneklerinde (A, B ve C) maya ve küf sayılarında düzensiz bir değişim olduğu gözlenmiştir ($p>0.05$). Piyasadan temin edilen Yozgat çanak peynirlerinde maya ve küf sayısı deneme peynir örneklerine nazaran daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu durumun çiğ sütün kalitesinden ve hijyenik olmayan üretim koşullarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Deneme peynir örneklerinde (A, B ve C) proteoliz seviyesini belirleyen suda çözünen azot (WSN), toplam azot (TN) değerleri ve bunlara bağlı olgunlaşma indeksi değerleri olgunlaşma süresince artmıştır. Suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerlerinin pastörize sütten üretilmiş peynir örneğinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu değerlerin piyasadan temin edilen Yozgat çanak peyniri örneklerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Proteolizin göstergesi olan toplam serbest amino asit (TSAA) içeriği sonuçları toplam azot (TN) ve suda çözünen azot (WSN) içeriği sonuçlarının uyumluolduğu bulunmuştur. TFAA içeriği, pastörize sütten üretilmiş çanak peynirlerinin daha yüksek değerler alarak daha yüksek düzeyde proteoliz gerçekleştiği belirlenmiştir. Tüm peynirlerin TFAA değerleri depolama ile önemli ölçüde artmıştır ($p<0.01$). Hem ısıl işlem uygulamasının hem de olgunlaşma süresinin TFAA içeriği üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ek olarak, piyasa peynir örnekleri olgunlaşma sürelerine bağlı olarakdeneme örneklerinden daha düşük serbest amino asit seviyeleri göstermiştir.

Peynirlerde lipoliz düzeyini belirleyen serbest yağ asidi değerleri incelendiğinde, çiğ sütten üretilen kontrol peynir örneğinin (A), ısıl işlem uygulanmış peynir örneklerine (B ve C) kıyasla oldukça yüksek serbest yağ asidi içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Peynirlerdeki toplam serbest yağ asidi içeriği (C10 ve C14 yağ asitleri hariç) üzerinde, ısıl işlem ve olgunlaşma süresi faktörleri ile bu iki faktörün interaksiyon etkisi önemli

bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak, Yozgat piyasasında temin edilen çanak peynirlerinde serbest yağ asidi içeriği, deneme peynir örneklerine kıyasla daha düşük düzeyde saptanmıştır.

Peynir örneklerinin uçucu bileşen profili incelendiğinde, deneme Yozgat çanak peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca, 6 asit, 10 alkol, 11 keton, 3 ester ve 2 aldehit olmak üzere toplam 32 adet uçucu aroma bileşeni tespit edilmiştir. Çiğ sütten üretilen Yozgat çanak peynir örneğinde (A) diğer örneklere göre daha fazla sayıda uçucu bileşen belirlenmiştir.

Piyasadan temin edilen Yozgat çanak peynir örneklerinin uçucu bileşen profiline baktığımızda 8 asit, 6 alkol, 6 keton ve 7 esterden oluşmaktadır. Söz konusu örneklerde toplam 27 uçucu bileşik olmak üzere deneme örneklerinden daha düşük sayıda uçucu bileşen tespit edilmiştir. Farklılığa neden olan bileşenleri genel olarak alkol ve esterler oluşturmuştur.

Duyusal değerlendirmeye ait sonuçlar incelendiğinde, deneme örneklerinde (A, B ve C peyniri) değerlendirilen tüm özellikler üzerine uygulanan ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Çiğ sütten üretilen peynir örneği (A), olgunlaşmanın ilk günlerinde en yüksek puanları almasına karşın, olgunlaşma süresince tüm özellikler bakımından puanları giderek azalmıştır. Olgunlaşmanın son aşamasında, panelistler çiğ sütten üretilen örnekte (A) acı ve küflü tat kusuru algıladıklarını ve yapısal olarak da sert bir yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, ısıl işlem ile üretilen peynir örneklerinin de olgunlaşma ilerledikçe tüm özellikler bakımından aldığı puanlar giderek azalmıştır. Ayrıca pastörize sütten üretilen B örneği, olgunlaşmanın 270. gününde panelistler tarafından koku, tat ve aroma özellikleri bakımından en beğenilen örnek olarak tanımlanırken, pıhtıya ısıl işlem uygulanmış C peynir örneği yapı-tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik özellikleri bakımından en çok beğenilen örnek olarak değerlendirilmiştir.

Yozgat ilinden temin edilen çanak peyniri örnekleri koku tat ve aroma, görünüş, yapı-tekstür ve genel kabul edebilirlik açısından, deneme örneklerinden (A, B ve C) daha

düşük puan almıştır. Bu bağlamda, daha uygun ve kontrollü koşullarda üretilen peynir örneklerinin kabul edilebilirlik açısından daha üstün duyusal niteliklere sahip oldukları sonucu çıkmaktadır.

Sonuç olarak, araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde; ısıl işlem ve olgunlaşma süresinin, Yozgat çanak peynirinin kalite karakteristiklerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen tüm bu sonuçlar dikkate alınarak, ısıl işlemin, peynirin fiziko-kimyasal, ve duyusal parametreleri üzerine olumlu yönde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Olgunlaşma sürecine bağlı olarak, peynirlerde özellikle maya-küf sayısının 180. günde daha belirgin azalması, ayrıca, peynirlerin görünüş, yapı ve tekstür ile tat ve aroma puanlarının olgunlaşmanın 90. gününde en yüksek seviyeye ulaşması, çanak peynirinin mikrobiyolojik açından en az 180 gün, duyusal açıdan ise en az 90 gün olgunlaştırıldıktan sonra tüketilmesinin uygun olacağı sonucu ortaya konulmuştur.

Bu çalışma ile tüketici beklentilerine ve tüketim kalitesine uygun üretim yapılmasını hedefleyen gıda endüstrisi için, geleneksel Yozgat çanak peynirlerin genel niteliklerinin, mikrobiyolojik kalitesinin, duyusal özelliklerinin ve geliştirilmeye yönelik noktalarının ortaya konulmasıyla bilime, endüstriye ve sosyo-ekonomik yönden yöre halkına önemli katkı sağlayacağı inancındayız.

KAYNAKLAR

Abdel-Rahman, M. A. and Sonomoto, K. 2016. Opportunities to overcome the current limitations and challenges for efficient microbial production of optically pure lactic acid. Journal of Biotechnology, 236, 176-192.

Akyüz, N. ve Gülümser, S. 1984. Yozgat Çanak Peynirinin Yapılışı Bileşimi ve Olgunlaştırılması. Gıda, 9(4).

Alcock, J. P. 2000. Milk and its products in Ancient Rome. In Milk: Beyond the Dairy, Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery, Oxford Symposium (pp. 31-38). Devon, UK: Prospect Books.

Alomar, J. Lebert, A. and Montel, M. C. 2008. Effect of temperature and pH on growth of Staphylococcus aureus in co-culture with Lactococcus garvieae. Current microbiology, 56, 408-412.

Andrews, A. T. Anderson, M. and Goodenough, P. W. 1987. A study of the heat stabilities of a number of indigenous milk enzymes. Journal of Dairy Research, 54(2), 237-246.

Anema, S. G. 2007. Role of κ-casein in the association of denatured whey proteins with casein micelles in heated reconstituted skim milk. Journal of agricultural and food chemistry, *55*(9), 3635-3642.

Anema, S. G. 2021. Heat-induced changes in caseins and casein micelles, including interactions with denatured whey proteins. International Dairy Journal, 122, 105136.

Anonim. 1990. TS 8189 Süt Yağ Tayini- Gerber Metodu. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim. 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim. 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamalar. Basak Matbaacılık. 358s, Ankara.

Anonim 2006. TS EN ISO 5534. Peynir ve İşlenmiş Peynir-Toplam Kuru madde İçeriği Tayini. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim. 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. RG, 29(2011), 28157.

Anonim.2009. Türk Tarım ve Orman Bakanlığı. 2009.Turkish Food Codex Communiqué on Microbiological Criteria, Communiqué No. 2009/25.

Anonim. 2015a. TS ISO 3443. Peynir-Yağ Muhtevası Tayini. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim. 2015b.Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Ankara.

Anonim. 2018. Yozgat Çanak Peyniri. Retrieved August 12, 2018, from https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/yozgat/neyenir/yozgat-canak-peyniri

Anonim. 2019. Türk Gıda Kodeksi Içme Sütü Tebliği. Tebliğ No: 2019/12.

Arias, C. R., Burns, J. K., Friedrich, L. M., Goodrich, R. M., and Parish, M. E. 2002. Yeast species associated with orange juice: evaluation of different identification methods.Applied and Environmental Microbiology, 68(4), 1955-1961.

Arslan, S. and Özdemir, F. 2008. Prevalence and antimicrobial resistance of Listeria spp. in homemade white cheese. Food Control, 19(4), 360-363.

Atasoy, A. F. and Türkoğlu, H. 2008. Changes of composition and free fatty acid contents of Urfa cheeses (a white-brined Turkish cheese) during ripening: Effects of heat treatments and starter cultures. Food Chemistry, 110(3), 598-604.

Avrupa Birliği Sağlık Raporu. 2021. European Food Safety European Centre for Disease Prevention and Control. EU The European Union One health 2021 Zoonoses report. EFSA J. 2022, 20, e07666.

Bastian, E. D. Lo, C. G. and David, K. M. M. 1997. Plasminogen activation in cheese milk: influence on Swiss cheese ripening. Journal of Dairy Science, 80(2), 245-251.

Bayar, N. and Özrenk, E. 2011. The effect of quality properties on Tulum cheese using different package materials. African Journal of Biotechnology, 10(8), 1393-1399.

Benfeldt, C. Sørensen, J. Ellegård, K. H. and Petersen, T. E. 1997. Heat treatment of cheese milk: effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening. International Dairy Journal, 7(11), 723-731.

Bertolino, M. Dolci, P. Giordano, M. Rolle, L. and Zeppa, G. 2011. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. Food Chemistry, 129(3), 1001-1011.

Bertuzzi, A. S. McSweeney, P. L. Rea, M. C. and Kilcawley, K. N. 2018. Detection of volatile compounds of cheese and their contribution to the flavor profile of surface-ripened cheese. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 17(2), 371-390.

Beuvier, E. Berthaud, K. Cegarra, S. Dasen, A. Pochet, S. Buchin, S. and Duboz, G. 1997. Ripening and quality of Swiss-type cheese made from raw, pasteurized or microfiltered milk. International Dairy Journal, 7(5), 311-323.

Beuvier, E. and Buchin, S. 2004. Raw milk cheeses. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (Vol. 1, pp. 319-345). Academic Press.

Bintsis, T. 2021. Yeasts in different types of cheese. *AIMS* microbiology, 7(4), 447.

Boltar, I. Čanžek Majhenič, A. Jarni, K. Jug, T. and Bavcon Kralj, M. 2015. Volatile compounds in Nanos cheese: Their formation during ripening and seasonal variation. Journal of Food Science and Technology, *52*, 608-623.

Boran, O.S. 2021. Model Peynirde Bulamacı İlavesinin Proteoliz ve Bioaktif Peptit Oluşumuna Etkisinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.

Bosset, J. O. Collomb, M. and Sieber, R. 1993. The aroma composition of Swiss Gruyere cheese IV. The acidic volatile components and their changes in content during ripening. LWT-Food Science and Technology, 26(6), 581-592.

Buffa, M. Guamis, B. Pavia, M. and Trujillo, A. J. 2001. Lipolysis in cheese made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. International Dairy Journal, 11(3), 175-179.

Bulajić, S. and Mijačević, Z. 2010. Microbiological risk assessment of raw milk cheeses. Prehrambena industrija-mleko i mlečni proizvodi, 21(1-2), 17-24.

Cantor, M. D. van den Tempel, T. Hansen, T. K. & Ardö, Y. 2017. Blue cheese. In Cheese (pp. 929-954). Academic Press.

Cardak, A. D. 2013. Gross composition and the presence of Listeria monocytogenes and Salmonella spp. In raw milk and dairy products in Aydin, Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 11(3-4), 55-62.

Carunchiawhetstine, M. E. Karagul-Yuceer, Y. Avsar, Y. K. and Drake, M. A. 2003. Identification and quantification of character aroma components in fresh Chevre-style goat cheese. Journal of Food Science, 68(8), 2441-2447.

Celik, S. and Turkoglu, H. 2007. Ripening of traditional Örgü cheese manufactured with raw or pasteurized milk: Composition and biochemical properties. International Journal of Dairy Technology, 60(4), 253-258.

Clare, D. A. Catignani, G. L. and Swaisgood, H. E. 2003. Biodefense properties of milk: the role of antimicrobial proteins and peptides. Current Pharmaceutical Design, 9(16), 1239-1255.

Claeys, W. L. Cardoen, S. Daube, G. De Block, J. Dewettinck, K. Dierick, K. and Herman, L. 2013. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. Food Control, 31(1), 251-262.

Collins, Y. F. McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G. 2004. Lipolysis and catabolism of fatty acids in cheese. In Cheese: chemistry, physics and microbiology (Vol. 1, pp. 373-389). Academic Press.

Condron, R. Desmarchelier, P. Dyson, R. Eddy, D. Hammond, L. Kirk, M, and Oakley, L. 2009. Microbiological risk assessment of raw milk cheese. Food Standards Australia and New Zeland, 1-264.

Cook, M.E. Miller, C.C. Park, Y. Pariza, M. 1993. Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune induced growth depression. Poultry Science 72: 1301–1305

Corbo, M. R. Lanciotti, R. Albenzio, M. and Sinigaglia, M. 2001. Occurrence and characterization of yeasts isolated from milks and dairy products of Apulia region. International Journal of Food Microbiology, 69(1-2), 147-152.

Corredig, M. and Dalgleish, D. G. 1996. Effect of different heat treatments on the strong binding interactions between whey proteins and milk fat globules in whole milk. Journal of Dairy Research, 63(3), 441-449.

Costabel, L. M. Bergamini, C. V. Pozza, L. Cuffia, F. Candioti, M. C. and Hynes, E. 2015. Influence of chymosin type and curd scalding temperature on proteolysis of hard cooked cheeses. Journal of Dairy Research, 82(3), 375-384.

Costanzo, N. Ceniti, C. Santoro, A. Clausi, M. T. and Casalinuovo, F. 2020. Foodborne pathogen assessment in raw milk cheeses. International Journal of Food Science, 2020(1), 3616713.

Cosentino, C. Faraone, D. Paolino, R. Freschi, P. and Musto, M. 2016. Sensory profile and acceptability of a cow milk cheese manufactured by adding jenny milk. Journal of Dairy Science, 99(1), 228-233.

Costard, S. Espejo, L. Groenendaal, H. and Zagmutt, F. J. 2017. Outbreak-related disease burden associated with consumption of unpasteurized cow's milk and cheese, United States, 2009–2014. Emerging Infectious Diseases, 23(6), 957.

Cretenet, M. Even, S. and Le Loir, Y. 2011. Unveiling Staphylococcus aureus enterotoxin production in dairy products: a review of recent advances to face new challenges. Dairy Science & Technology, 91(2), 127-150.

Cuervo, M. P. Lucia, L. M. and Castillo, A. 2016. Efficacy of traditional almond decontamination treatments and electron beam irradiation against heat-resistant Salmonella strains. Journal of Food Protection, 79(3), 369-375.

Çakır, Y. and Çakmakçı, S. 2018. Some microbiological, physicochemical and ripening properties of Erzincan Tulum cheese produced with added black cumin (Nigella sativa L.). Journal of food science and technology, *55*, 1435-1443.

Çakır, Y. and Çakmakçı, S. 2020. Comparison of some quality properties of Erzincan Tulum Cheeses produced from raw and pasteurized Akkaraman sheep milk. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4), 972-982.

Daba, G. M. and Elkhateeb, W. A. 2020. Bacteriocins of lactic acid bacteria as biotechnological tools in food and pharmaceuticals: Current applications and future prospects. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 28, 101750.

Dal Bello, B. Rantsiou, K. Bellio, A. Zeppa, G. Ambrosoli, R. Civera, T. and Cocolin, L. 2010. Microbial ecology of artisanal products from North West of Italy and

antimicrobial activity of the autochthonous populations. LWT-Food Science and Technology, 43(7), 1151-1159.

D'amico, D. J. and Donnelly, C. W. 2010. Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. Journal of Dairy Science, *93*(1), 134-147.

Danezis, G. P. Tsiplakou, E. Pappa, E. C. Pappas, A. C. Mavrommatis, A. Sotirakoglou, K. and Zervas, G. 2020. Fatty acid profile and physicochemical properties of Greek protected designation of origin cheeses, implications for authentication. European Food Research and Technology, *246*, 1741-1753.

Dash, K. K. Fayaz, U. Dar, A. H. Shams, R., Manzoor, S. Sundarsingh, A. and Khan, S. A. 2022. A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products. Food Chemistry Advance*s*, *1*, 100041.

Deeth, H. C. CH, F. G. and Snow, A. J. 1983. A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk and milk products. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology.

Deeth, H. C. 2020. Lipase Action on Milk Fat. Dairy Fat Products and Functionality: Fundamental Science and Technology, 21-39

Delbès-Paus, C. Pochet, S. Helinck, S. Veisseire, P. Bord, C. Lebecque, A. and Montel, M. C. 2012. Impact of Gram-negative bacteria in interaction with a complex microbial consortium on biogenic amine content and sensory characteristics of an uncooked pressed cheese. Food Microbiology, 30(1), 74-82.

Delgado, F. J. González-Crespo, J. Ladero, L. Cava, R. and Ramírez, R. 2009. Free fatty acids and oxidative changes of a Spanish soft cheese (PDO 'Torta del Casar') during ripening. International Journal of Food Science and Technology, 44(9), 1721-1728.

Delgado, F. J. González-Crespo, J. Cava, R. García-Parra, J. and Ramírez, R. 2010. Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese PDO Torta del Casar during ripening. Food Chemistry, 118(1), 182-189.

del Olmo, A. Calzada, J. and Nuñez, M. 2018. The blue discoloration of fresh cheeses: A worldwide defect associated to specific contamination by Pseudomonas fluorescens. Food Control, 86, 359-366.

Demirci, S. Öztürk, H. İ. Atik, D. S. Koçak, C. Demirci, T. and Akın, N. 2021. Volatile profile evolution and sensory evaluation of traditional skinbag Tulum cheeses manufactured in Karaman mountainous region of Turkey during ripening. European Food Research and Technology, 247(8), 2097-2108

Dereli, Ö. N. Gülmez, M. Bayhan, K. Y. and Üner, S. 2024. Use of Raw, Thermized and Pasteurized Cow's Milk for Making Siirt Herbed Tulum Cheese. Bozok Veterinary Sciences, *5*(1), 1-9.

Desenclos, J. C. Bouvet, P. Benz-Lemoine, E. Grimont, F. Desqueyroux, H. Rebiere, I. and Grimont, P. A. 1996. Large outbreak of Salmonella enterica serotype paratyphi B infection caused by a goats' milk cheese, France, 1993: a case finding and epidemiological study. *BMJ*, *312*(7023), 91-94.

Dickow, J. A. Kaufmann, N. Wiking, L. and Hammershøj, M. 2012. Protein denaturation and functional properties of Lenient Steam Injection heat treated whey protein concentrate. Innovative Food Science & Emerging Technologies, *13*, 178-183.

Diop, M. B. Dubois Dauphin, R. Tine, E. Ngom, A. Destain, J. and Thonart, P. 2007. Bacteriocin producers from traditional food products. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, *11*(4).

Dobreva, L. Danova, S. Georgieva, V. Georgieva, S. and Koprinarova, M. 2022. Anti-Salmonella activity of lactobacilli from different habitats. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, *25*(1), 10-15547.

Dodd, C. E. Aldsworth, T. G. and Stein, R. A. 2017. Foodborne diseases. Academic Press.

Donnelly, C.W. 2005. The pasteurization dilemma. In: Kindstedt, P. (Ed.), American Farmstead Cheese: The Complete Guide to Making and Selling Artisan Cheeses, White River Junction, 2005. Chelsea Green Publishing Company, USA, pp. 173195.

Donnelly, C. and Kehler, M. 2016. *The Oxford companion to cheese*. Oxford University Press.

Donnelly, C. 2018. Review of controls for pathogen risks in Scottish artisan cheeses made from unpasteurised milk. Food Standards Scotland, *4*, 1-134.

Ducastaing, A. Azanza, J. L. Robin, J. M. Raymond, J. and Créac'h, P. 1976. La cathepsine D de rate de cheval: I.-Purification et étude de quelques propriétés physico-chimiques. *Biochimie*, *58*(7), 771-782.

Dupont, D. Arnould, C. Rolet-Répécaud, O. Duboz, G. Faurie, F. Martin, B. and Beuvier, E. 2006. Determination of bovine lactoferrin concentrations in cheese with specific monoclonal antibodies. International Dairy Journal, *16*(9), 1081-1087.

El-Diasty, E. M. and Salem, R. M. 2007. Incidence of lipolytic and proteolytic fungi in some milk products and their public health significance. Journal of Applied Sciences Research, *3*(12), 1684-1688.

El Soda, M. Law, J. Tsakalidou, E. and Kalantzopoulos, G. 1995. Lipolytic activity of cheese related microorganisms and its impact on cheese flavour. In Developments in Food Science (Vol. 37, pp. 1823-1847). Elsevier.

Eminoğlu, G. 2021. Yüksek basınç uygulamalarının kaşar peynirinin bazı nitelikleri üzerine etkisi.

Engels, W. J. M. Dekker, R. De Jong, C. Neeter, R. and Visser, S. 1997. A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. International Dairy Journal, *7*(4), 255-263.

Erbaş, N. 2021. Comparative economic analysis of farms in Turkey and a critical assessment of the annual profitability: The case of Yozgat Province. Custos e agronegocıo on lıne, *17*(1), 332-U460.

Erbaş, N. 2024. Evaluation of the impact of agriculture-based investments on sustainable development: Yozgat province samples, Turkey. Evaluation, 24(1).

Ergen, B. and Ergen, Z. 2016. Unifying two regional planning methodologies in an analysis of the rural and agricultural development potential of the province of Yozgat, Turkey. Romanian Review of Regional Studies, *12*(1).

Ergin, D. B. and Koca, N. 2019. The effects of ripening of Sivas Kup (jar) cheese storing under refrigerated conditions or being burried in the soil.

Ergin, D. B. 2010. Toprakta ve Buzdolabında Olgunlaştırılan Sivas Küp Peynirinin Niteliklerinin Kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Ermetin, O. and Can, M. E. 2022. Structural and technical evaluation of shelters in dairy farms in Yozgat province.

Ertekin, B. and Seydim, Z. 2009. Laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet bileşenlerinin oluşumuna etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(1), 97-104.

Erol, Z. Polat, Z. Soyuçok, A. Yalçın, H. and Taşçı, F. 2024. Antimicrobial resistance and prevalence of Listeria species from raw milk and dairy products in Burdur, Turkey. Veterinary Medicine and Science, 10(5), e1551.

Esmaeilzadeh, P., Ehsani, M. R., Mizani, M., and Givianrad, M. H. 2021. Characterization of a traditional ripened cheese, Kurdish Kope: Lipolysis, lactate metabolism, the release profile of volatile compounds, and correlations with sensory characteristics. Journal of Food Science, 86(8), 3303-3321.

European Commission. 2004. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin.

Faccia, M. D'Alessandro, A. G. Summer, A. and Hailu, Y. 2020. Milk products from minor dairy species: A review. Animals, *10*(8), 1260.

Fairbairn, D. J. and Law, B. A. 1986. Proteinases of psychrotrophic bacteria: their production, properties, effects and control. Journal of Dairy Research, *53*(1), 139-177.

Farkye, N. Y. 2004. Cheese technology. International journal of dairy technology, *57*(2-3), 91-98.

Farnaud, S. and Evans, R. W. 2003. Lactoferrin—a multifunctional protein with antimicrobial properties. Molecular immunology, *40*(7), 395-405.

Farrokh, C. Jordan, K. Auvray, F. Glass, K. Oppegaard, H. Raynaud, S. and Cerf, O. 2013. Review of Shiga-toxin-producing Escherichia coli (STEC) and their significance in dairy production. International Journal of Food Microbiology, *162*(2), 190-212.

FDA. 2017. CFR - Code of Federal Regulations Title 21, Section 133. FDA Food Safety Regulations.

Fleet, G.H. 1990. Yeasts in dairy products. *Journal of Applied Bacteriology.* 1990, *68*, 209–237.

Folkertsma, B. Fox, P. F. and McSweeney, P. L. H. 1996. Accelerated ripening of Cheddar cheese at elevated temperatures. International Dairy Journal, *6*(11-12), 1117-1134.

Forde, A. and Fitzgerald, G. F. 2000. Biotechnological approaches to the understanding and improvement of mature cheese flavour. Current Opinion in Biotechnology, *11*(5), 484-489.

Fox, P. F. and Walley, B. F. 1971. Influence of sodium chloride on the proteolysis of casein by rennet and by pepsin. Journal of Dairy Research, *38*(2), 165-170.

Fox, P. F. 1981. Heat-induced changes in milk preceding coagulation. *J*ournal of Dairy Science, *64*(11), 2127-2137.

Fox, P. F. 1987. Significance of salt in cheese ripening.

Fox, P. F. and McSweeney, P. L. H. 1996. Proteolysis in cheese during ripening. Food Reviews International, *12*(4), 457-509.

Fox, P. F. Mcsweeney, P. L. and Paul, L. H. 1998. Dairy Chemistry and Biochemistry.

Fox, P. F. and Cogan, T. M. 2004. Factors that affect the quality of cheese. In Cheese: chemistry, physics and microbiology (Vol. 1, pp. 583-608). Academic press.

Fox, P. F. Uniacke-Lowe, T. McSweeney, P. L. H. O'Mahony, J. A., Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., and O'Mahony, J. A. 2015. Milk proteins. Dairy chemistry and biochemistry, 145-239.

Fox, P. F. Guinee, T. P. Cogan, T. M. and McSweeney, P. L. 2017. Fundamentals of cheese science.

Fuquay J. W. Fox P. F. and McSweeney P. L. 2011. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2 nd Ed. 32 Jamestown Road, London NW1 7BY, UK. Elsevier Ltd.

Galaby, S. S. Maharik, N. M. S., and Khalifa, M. I. 2021. Prevalence of some deteriorating microorganisms in raw milk and some locally made cheese. New Valley Veterinary Journal, *1*(2), 21-27.

Garaffo, M. A. Vassallo-Agius, R. Nengas, Y. Lembo, E. Rando, R. Maisano, R. and Giuffrida, D. 2011. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (Thunnus thynnus L.) and their salted product "Bottarga". Food and Nutrition Sciences, *2*(7), 736-743.

Gatzias, I. S. Karabagias, I. K. Kontominas, M. G. and Badeka, A. V. 2020. Geographical differentiation of feta cheese from northern Greece based on physicochemical parameters, volatile compounds and fatty acids. *LWT*, *131*, 109615.

Gaucheron, F. 2011. Milk and dairy products: a unique micronutrient combination. Journal of the American College of Nutrition, *30*(sup5), 400S-409S.

Georgala, A. Moschopoulou, E. Aktypis, A. Massouras, T. Zoidou, E. Kandarakis, I. and Anifantakis, E. 2005. Evolution of lipolysis during the ripening of traditional Feta cheese. Food chemistry, *93*(1), 73-80.

Gezginc, Y. Karabekmez-Erdem, T. Tatar, H. D. Dağgeçen, E. C. Ayman, S. and Akyol, İ. 2022. Metagenomics and volatile profile of Turkish artisanal Tulum cheese microbiota. Food Bioscience, *45*, 101497.

Gouda, A. 1987. Degradation of casein fractions by milk clotting enzymes and the effect of sodium chloride.

Gould, L. H. Mungai, E. and Barton Behravesh, C. 2014. Outbreaks attributed to cheese: differences between outbreaks caused by unpasteurized and pasteurized dairy products, United States, 1998–2011. Foodborne Pathogens and Disease, *11*(7), 545-551.

Grace, D. Wu, F. and Havelaar, A. H. 2020. MILK Symposium review: Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries—Review of causes and health and economic implications. Journal of Dairy Science, *103*(11), 9715-9729.

Grappin, R. Rank, T. C. and Olson, N. F. 1985. Primary proteolysis of cheese proteins during ripening. A review. Journal of Dairy Science, *68*(3), 531-540.

Grappin, R. and Beuvier, E. 1997. Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. International Dairy Journal, *7*(12), 751-761.

Griffiths, M. W. Phillips, J. D. and Muir, D. D. 1981. Thermostability of proteases and lipases from a number of species of psychrotrophic bacteria of dairy origin. Journal of Applied Bacteriology, *50*(2), 289-303.

Griffiths, M. W. 1986. Use of milk enzymes as indices of heat treatment. Journal of Food Protection, 49(9), 696-705.

Grivetti, L. E. and Applegate, E. A. 1997. From Olympia to Atlanta: a cultural-historical perspective on diet and athletic training. The Journal of Nutrition, *127*(5), 860S-868S.

Guinee, T. P. and Fox, P. F. 2017. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In *Cheese* (pp. 317-375). Academic Press.

Güler, Z. Türkmen, D. and Dursun, A. 2021. Different scalding duration in hot whey influencing chemical, biochemical, physical, microstructural, textural and sensorial characteristics of brine-type cheese.LWT, 145, 111312.

Güzeler, N. Çay, A. R. Koboyeva, F. and Esen, M. K. 2023. Effect of different production methods on quality parameters of Hatay Künefe cheese. Journal of Dairy Research, *90*(2), 200-204.

Hannon, J. A. Wilkinson, M. G. Delahunty, C. M., Wallace, J. M. Morrissey, P. A. and Beresford, T. P. 2005. Application of descriptive sensory analysis and key chemical indices to assess the impact of elevated ripening temperatures on the acceleration of Cheddar cheese ripening. International Dairy Journal, *15*(3), 263-273.

Hayaloğlu, A. A. 2003. Starter olarak kullanılan bazı Lactococcus suşlarının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 170s, Adana.

Hayaloğlu, A. A. Guven, M. Fox, P. F. and McSweeney, P. L. H. 2005. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. Journal of Dairy Science, *88*(10), 3460-3474.

Hayaloğlu, A. A. and Brechany, E. Y. 2007. Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of Malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese. Le Lait, *87*(1), 39-57.

Hayaloğlu, A.A. Cakmakci, S. Brechany, E.Y. Deegan, K.C. ve McSweeney, P.L.H. 2007. Microbiology, biochemistry and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. Journal of Dairy Science, 90(3), 1102–1121.

Hayaloglu, A. A. Ozer, B. H., & Fox, P. F. (2008). Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. Dairy Science and Technology, *88*(2), 225-244.

Hayaloglu, A. A. Deegan, K. C. and McSweeney, P. L. 2010. Effect of milk pasteurization and curd scalding temperature on proteolysis in Malatya, a Halloumi-type cheese. Dairy Science & Technology, *90*(1), 99-109.

Hayaloğlu, A. A. ve Özer, B. 2011. Peynir biliminin temelleri. Sidas Medya Ltd, *643*.

Hayaloğlu, A. A. Topçu, A. Koca, N. 2011. ''Peynir Analizleri'', Peynir Biliminin Temelleri. Editörler: Hayaloğlu, A.A. Özer, B. İzmir: Sidas Medya.

Hayaloğlu, A.A. Karagül-Yüceer, Y. ve Avşar, Y.K. 2011b. Peynirde aroma. Peynir biliminin temelleri. Ed: Hayaloğlu AA. Özer B. İzmir. 263-301.

Hayaloglu, A. A. and Karabulut, I. 2013a. Characterization and comparison of free fatty acid profiles of eleven varieties of Turkish cheeses. *I*nternational Journal of Food Properties, 16(6), 1407-1416.

Hayaloglu, A. A. and Karabulut, I. 2013b. SPME/GC-MS characterization and comparison of volatiles of eleven varieties of Turkish cheeses. International Journal of Food Properties, *16*(7), 1630-1653.

Hedberg, C. W. Korlath, J. A. D'Aoust, J. Y. White, K. E. Schell, W. L. Miller, M. R. and Osterholm, M. T. 1992. A multistate outbreak of Salmonella javiana and Salmonella oranienburg infections due to consumption of contaminated cheese. Jama, 268(22), 3203-3207.

Hemmatian, M. Aminifar, M. and Attar, F. 2015. Investigation on the protein degradation, free fatty acid content and area fraction of Poosti cheese, Iranian traditional cheese ripened in skin. Nutrition and Food Sciences Research, *2*(1), 55-62.

Hickey, D. K. Kilcawley, K. N. Beresford, T. P. and Wilkinson, M. G. 2007. Lipolysis in cheddar cheese made from raw, thermized, and pasteurized milks.Journal of Dairy Science,*90*(1), 47-56.

Horne, D. S. and Lucey, J. A. 2017. Rennet-induced coagulation of milk.Cheese, 115-143.

Houseknecht KL, Vandenheuvel JP, Moya-Camarena SY, Portocarrero CP, Peck LW, Nickel KP, Belury MA 1998. Dietary conjugated linolenic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fattyfa/farat. Biochemical and Biophysical Research Communication 244: 678–682.

Huang, H. Wan, P. Luo, X. Lu, Y. Li, X. Xiong, W. and Zeng, Z. 2023. Tigecycline resistance-associated mutations in the MepA efflux pump in Staphylococcus aureus. Microbiology Spectrum, *11*(4), e00634-23.

Ibarra-Sánchez, L. A. Van Tassell, M. L. and Miller, M. J. 2017. Invited review: Hispanic-style cheeses and their association with Listeria monocytogenes.Journal of Dairy Science, 100(4), 2421-2432.

IDF Standard 4A: 1982. Cheese and processed cheese. Determination of the total solid content (reference method). IDF 41 Square Vergote B-1040. Brussels, Belgium.

IDF, M. 1993. Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content, IDF Standard 20B.International Dairy Federation, Brussels, *Belgium*.

Ioannidou, M. D. Maggira, M. and Samouris, G. 2022. Physicochemical characteristics, fatty acids profile and lipid oxidation during ripening of graviera cheese produced with raw and pasteurized milk. Foods, *11*(14), 2138.

Iwasawa, A. Suzuki-Iwashima, A. Iida, F. and Shiota, M. 2014. Effects of flavor and texture on the desirability of Cheddar cheese during ripening. Food Science and Technology Research 20, 23–29. doi: 10.3136/fstr.20.23

Jamuna, M. and Jeevaratnam, K. 2004. Isolation and characterization of lactobacilli from some traditional fermented foods and evaluation of the bacteriocins. The Journal of General and Applied Microbiology, *50*(2), 79-90

Jia, R. Zhang, F. Song, Y. Lou, Y. Zhao, A. Liu, Y. and Wang, B. 2021. Physicochemical and textural characteristics and volatile compounds of semihard goat cheese as affected by starter cultures. Journal of Dairy Science, *104*(1), 270-280.

Johler, S. Zurfluh, K. and Stephan, R. 2016. Tracing and inhibiting growth of Staphylococcus aureus in barbecue cheese production after product recall. *Journal of Dairy Science*, *99*(5), 3345-3350.

Johnson, M. E. 2001. Cheese products. Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker-, 345-384.

Johnson, M. E. 2017. A 100-Year Review: Cheese production and quality. Journal of Dairy Science, *100*(12), 9952-9965.

Juan, B. Zamora, A. Quevedo, J. M. and Trujillo, A. J. 2016. Proteolysis of cheese made from goat milk treated by ultra high pressure homogenisation. LWT-Food Science and Technology, *69*, 17-23.

Kahraman, T. Ozmen, G. Ozinan, B. and Omer Goksoy, E. 2010. Prevalence of Salmonella spp. and Listeria monocytogenes in different cheese types produced in Turkey. British Food Journal, *112*(11), 1230-1236.

Kamber, U. and Terzi, G. 2007. The traditional cheeses of Turkey: Middle and Eastern Black sea region. Food Reviews International, 24(1), 95-118.

Kaminarides, S. Litos, I. Massouras, T. and Georgala, A. 2015. The effect of cooking time on curd composition and textural properties of sheep Halloumi cheese. Small Ruminant Research, *125*, 106-114.

Karagozlu, C. Kilic, S. and Akbulut, N. 2009. Some characteristics of Cimi Tulum cheese from producing goat milk. Bulgarian Journal of Agricultural Science, *15*(4), 292-297.

Karali, F. Georgala, A. Massouras, T. and Kaminarides, S. 2013. Volatile compounds and lipolysis levels of Kopanisti, a traditional Greek raw milk cheese. Journal of the Science of Food and Agriculture, *93*(8), 1845-1851.

Katsiari, M. C. and Voutsinas, L. P. 2003. Free fatty acids and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial adjunct cultures. International Dairy Journal, 13, 47–54.

Kaushal, J. Singh, G. and Arya, S. K. 2022. Emerging trends and future prospective in enzyme technology. Value-Addition in Food Products and Processing Through Enzyme Technology, 491-503.

Kethireddipalli, P. Hill, A. R. and Dalgleish, D. G.2010. Protein interactions in heat-treated milk and effect on rennet coagulation. International Dairy Journal, 20(12), 838-843.

Kethireddipalli, P. and Hill, A. R. 2015. Rennet coagulation and cheesemaking properties of thermally processed milk: Overview and recent developments. Journal of Agricultural and Food chemistry, 63(43), 9389-9403.

Khattab, A. R. Guirguis, H. A. Tawfik, S. M. and Farag, M. A. 2019. Cheese ripening: A review on modern technologies towards flavor enhancement, process acceleration and improved quality assessment. Trends in Food Science & Technology, *88*, 343-360.

Khosrowshahi, A. Madadlou, A. zadeh Mousavi, M. E. and Emam-Djomeh, Z. 2006. Monitoring the chemical and textural changes during ripening of Iranian White cheese made with different concentrations of starter. Journal of Dairy Science, *89*(9), 3318-3325

Kindstedt, P. 2012. Cheese And Culture: A History of Cheese and its Place in Western Civilization. Chelsea Green Publishing.

Kırdar, S. S. and Kursun, O. 2011. Microflora and pathogen bacteria in traditional Anatolian canak (pan) cheese.

Kırdar, S. S. and Köse, Ş. 2022. Investigation of Changes in Proteolysis and Lipolysis of Traditional Çanak Cheese Maturing Under the Soil. *Bilge* International Journal of Science and Technology Research, *6*(2), 91-98.

Koch, J., Dworak, R., Prager, R., Becker, B., Brockmann, S., Wicke, A., and Stark, K. 2010. Large listeriosis outbreak linked to cheese made from pasteurized milk, Germany, 2006–2007. *Foodborne Pathogens and Disease*, *7*(12), 1581-1584.Kondyli, E., Massouras, T.,

Koning, I. M. Vollebergh, W. A. Smit, F. Verdurmen, J. E. Van Den Eijnden, R. J. Ter Bogt, T. F. Stattin, H. and Engels, R. C. 2009. Preventing heavy alcohol use in adolescents (PAS): Cluster randomized trial of a parent and student intervention offered separately and simultaneously. Addiction, 104(10), 1669– 1678.

Korycha-Dahl, M. Dumas, B. R., Chene, N. and Martal, J. 1983. Plasmin activity in milk. *Journal of Dairy Science*, *66*(4), 704-711.

Koçak, A. 2024. Keçi Sütünden Kefir Üretiminde Laktoz Hidrolizasyonu ve *Saccharomyces boulardii* Kullanımının Araştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

Koçak, C. Gürsel, A. Ergül, E. and Gürsoy, A. 1987. Farkli tuzlama yontemlerinin Beyaz peynirde ucucu yag asitleri olusumuna etkisi. Gida, 12(3), 179–184.

Korycka-Dahl, M., Vassal, L., Ribadeau-Dumas, B., and Mocquot, G. 1983. Studies on lipid oxidation during ripening of Camembert cheese and its impact on cheese flavor.

Kousta, M. Mataragas, M. Skandamis, P. and Drosinos, E. H. 2010. Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. Food Control, 21(6), 805-815.

Kuchroo, C.N. and Fox, P.F. 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. Milchwissenschaft. 37. 331-335.

Kure, C. F. and Skaar, I. 2019. The fungal problem in cheese industry. Current Opinion in Food Science, 29, 14-19.

Kümmel, J. Stessl, B. Gonano, M. Walcher, G. Bereuter, O. Fricker, M. and Ehling-Schulz, M. 2016. Staphylococcus aureus entrance into the dairy chain: tracking S. aureus from dairy cow to cheese. Frontiers in Microbiology, 7, 1603.

Lamberti, C. Genovese, F. Jean, D. C. Lo Bianco, G. Cocolin, L. S., and Pessione, E. 2014. Anti-S. aureus and anti-L. monocytogenes molecules produced by cheese-isolated lactic acid bacteria. Czech Journal of Food Sciences, *32*(1), 54-60.

Langer, A. J. Ayers, T. Grass, J. Lynch, M. Angulo, F. J. and Mahon, B. E. 2012. Nonpasteurized dairy products, disease outbreaks, and state laws—United States, 1993–2006. Emerging Infectious Diseases, 18(3), 385.

Lau, K. Y. Barbano, D.M. and Rasmussen, R. R. 1991. Influence of pasteurization of milk on protein breakdown in Cheddar cheese during aging. Journal of Dairy Science, *74*(3), 727-740.

Li, S. Li, Y. Du, Z. Li, B., Liu, Y. Gao, Y. and Li, Y. 2021. Impact of NSLAB on Kazakh cheese flavor. Food Research International, 144, 110315.

Liang, N., Zhao, Z., Curtis, J. M., and Gänzle, M. G. 2022. Antifungal cultures and metabolites of lactic acid bacteria for use in dairy fermentations. International Journal of Food Microbiology, 383, 109938.

Liu, S. Q., Holland, R., and Crow, V. L. 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. *International Dairy Journal*, *14*(11), 923-945.

Licitra, G. Caccamo, M. and Lortal, S. 2019. Artisanal products made with raw milk. In Raw milk (pp. 175-221). Academic Press.

Lindsay, D. Robertson, R. Fraser, R. Engstrom, S. and Jordan, K. 2021. Heat induced inactivation of microorganisms in milk and dairy products. International Dairy Journal, 121, 105096

Little, C. L. Pires, S. M. Gillespie, I. A. Grant, K. and Nichols, G. L. 2010. Attribution of human Listeria monocytogenes infections in England and Wales to ready-to-eat food sources placed on the market: adaptation of the Hald Salmonella source attribution model. Foodborne Pathogens and Disease, *7*(7), 749-756.

Longo, M. A. and Sanromán, M. A. 2006. Production of food aroma compounds: microbial and enzymatic methodologies. Food Technology and Biotechnology, *44*(3), 335-353.

Lucey, J. A. and Fox, P. F. 1993. Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: A review. Journal of Dairy Science, *76*(6), 1714-1724.

Marks, N. E. Grandison, A. S. and Lewis, M. J. 2001. Challenge testing of the lactoperoxidase system in pasteurized milk. Journal of Applied Microbiology, *91*(4), 735-741.

Matto, C. Varela, G. Braga, V. Vico, V. Gianneechini, R. E. and Rivero, R. 2018. Detection of Listeria spp. in cattle and environment of pasture-based dairy farms. Pesquisa Veterinária Brasileira, 38(09), 1736-1741.

Maurelli, S. Blasi, F. Cossignani, L. Bosi, A. Simonetti, M. S. and Damiani, P. 2009. Enzymatic synthesis of structured triacylglycerols containing CLA isomers starting from sn-1, 3-diacylglycerols. Journal of the American Oil Chemists' Society, 86(2), 127-133.

McSweeney, P. L. H. Fox, P. F. Lucey, J. A. Jordan, K. N. and Cogan, T. M. 1993. Contribution of the indigenous microflora to the maturation of Cheddar cheese. International Dairy Journal, 3(7), 613-634.

McSweeney, P. L. H. and Fox, P. F. 1997. Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. Le lait, 77(1), 41-76.

McSweeney, P. L. and Sousa, M. J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. Le Lait, 80(3), 293-324.

McSweeney, P. L. H. Ottogalli, G. and Fox, P. F. 2004. Diversity of cheese varieties: An overview. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 2, 1-23.

Meilgaard, M. C. Carr, B. T. and Civille, G. V. 2006. Sensory Evaluation Techniques, 2nd Ed., CRC press, Boca Raton, FL.

Messens, W. Verluyten, J. Leroy, F. and De Vuyst, L. 2003. Modelling growth and bacteriocin production by Lactobacillus curvatus LTH 1174 in response to temperature and pH values used for European sausage fermentation processes. International Journal of Food Microbiology, 81(1), 41-52.

Miloradovic, Z. Kljajevic, N. Miocinovic, J. Tomic, N. Smiljanic, J. and Macej, O. 2017. High heat treatment of goat cheese milk. The effect on yield, composition, proteolysis, texture and sensory quality of cheese during ripening. International Dairy Journal, 68, 1-8.

Moio, L. and Addeo, F. 1998. Grana Padano cheese aroma. Journal of Dairy Research, 65(2), 317-333.

Molimard, P. and Spinnler, H. E. 1996. Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. Journal of Dairy Science, 79(2), 169-184

Montel, M. C. Buchin, S. Mallet, A., Delbes-Paus, C. Vuitton, D. A. Desmasures, N. and Berthier, F. 2014. Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. International Journal of Food Microbiology, *177*, 136-154.

Morgan, S. M. O'sullivan, L. Ross, R. P. and Hill, C. 2002. The design of a three strain starter system for Cheddar cheese manufacture exploiting bacteriocin-induced starter lysis. International Dairy Journal, 12(12), 985-993.

Munoz, N. Ortigosa, M. Torre, P. and Izco, J. M. 2003. Free amino acids and volatile compounds in ewes milk cheese as affected by seasonal and cheese-making plant variations. Food Chemistry, 83, 329–338.

Naguib, M. M. Sabbour, M. M. and Nour, M. M. 1979. The effect of salting rate and initial count of Salmonella typhi in Domiati cheese-milk on its longevity during pickling.

Ochoa JJ, Farquharson AJ, Grant I, Moffat LE, Heys SD, Wahle KWJ. 2004. Conjugated linoleic acids (CLAs) decrease prostate cancer cell proliferation: different molecular mechanism for *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, *cis*-12 isomers. Carcinogenesis 25: 1185–1191.

O'Connor, C. B .1974. The quality and composition of Cheddar cheese. Effect of various rates of salt addition. III.

Oğan, Y. and Çelik, M. 2023. A gastronomic product in Turkish culinary culture: A research on Yozgat Çanak cheese. International Journal of Gastronomy and Food Science, 31, 100650.

Oldfield, D. J. Singh, H. and Taylor, M. W. (1998). Association of β-lactoglobulin and β-lactalbumin with the casein micelles in skim milk heated in an ultra-high temperature plant. International Dairy Journal, 8(9), 765-770.

Oliver, S. P. Jayarao, B. M., and Almeida, R. A. 2005. Foodborne pathogens, mastitis, milk quality, and dairy food safety. In *NMC* Annual Meeting Proceedings (Vol. 1, pp. 3-27).

Ombarak, R. A. Hinenoya, A. Awasthi, S. P. Iguchi, A. Shima, A. Elbagory, A. R. M., and Yamasaki, S. 2016. Prevalence and pathogenic potential of Escherichia coli isolates from raw milk and raw milk cheese in Egypt. International Journal of Food Microbiology, 221, 69-76.

Ortigosa, M. Torre, P. and Izco, J. M. 2001. Effect of pasteurization of ewes milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. Journal of Dairy Science, 84, 1320–1330.

Ortolani, M. B. T. Moraes, P. M. Perin, L. M. Viçosa, G. N. Carvalho, K. G. D., Júnior, A. S., and Nero, L. A. 2010. Molecular identification of naturally occurring bacteriocinogenic and bacteriocinogenic-like lactic acid bacteria in raw milk and soft cheese. Journal of Dairy Science, 93(7), 2880-2886.

Öksüz, Ö. Arici, M., Kurultay, S. and Gümüs, T. 2004. Incidence of Escherichia coli O157 in raw milk and white pickled cheese manufactured from raw milk in Turkey. Food Control, 15(6), 453-456.

Özer, B. H. Robinson, R. K. and Grandison, A. S. 2003. Textural and microstructural properties of urfa cheese (a white-brined Turkish cheese). International Journal of Dairy Technology, 56(3), 171-176.

Painter, C. J. and Bradley Jr, R. L. 1997. Residual alkaline phosphatase activity in milks subjected to various time-temperature treatments. Journal of Food Protection, 60(5), 525-530.

Pan, Z. Ye, A. Dave, A. Fraser, K. and Singh, H. 2022. Kinetics of heat-induced interactions among whey proteins and casein micelles in sheep skim milk and aggregation of the casein micelles. Journal of Dairy Science, 105(5), 3871-3882.

Pinho, O. Ferreira, I. M. P. L. V. O. and Ferreira, M. 2004. Discriminate analysis of the volatile fraction from “Terrincho” ewe cheese: Correlation with flavour characteristics. International Dairy Journal, 14(5), 455-464

Quigley, L. O'Sullivan, O. Beresford, T. P. Ross, R. P. Fitzgerald, G. F. and Cotter, P. D. 2012. High-throughput sequencing for detection of subpopulations of bacteria not previously associated with artisanal cheeses. *Applied and* Environmental Microbiology, 78(16), 5717-5723.

Ramírez-Rivera, E. J. Herrera-Corredor, J. A. Toledo-López, V. M. Sauri-Duch, E. Rashtchi, P. Bazmi, A. Noshirvani, N. and Moosavy, M. H. 2021. Comparison of the microbial, physicochemical, and sensorial properties of raw and pasteurized Lighvan cheeses during ripening time. Food Science & Nutrition, 9(10), 5527-5535.

Rehman, S. U. McSweeney, P. L. H. Banks, J. M. Brechany, E. Y. Muir, D. D. and Fox, P. F. 2000. Ripening of Cheddar cheese made from blends of raw and pasteurised milk. International Dairy Journal, 10(1-2), 33-44.

Rezaei, A. Alirezalu, K. Damirchi, S. A. Hesari, J. Papademas, P. Domínguez, R. and Yaghoubi, M. 2020. Effect of pasteurization and ripening temperature on chemical and sensory characteristics of traditional motal cheese. Fermentation, 6(4), 95.

Rynne, N. M. Beresford, T. P. Kelly, A. L. and Guinee, T. P. 2004. Effect of milk pasteurization temperature and in situ whey protein denaturation on the

composition, texture and heat-induced functionality of half-fat Cheddar cheese. International Dairy Journal, 14(11), 989-1001.

Robi, D. T. Mossie, T. and Temteme, S. 2024. A comprehensive review of the common bacterial infections in dairy calves and advanced strategies for health management. Veterinary Medicine: Research and Reports, 1-14.

Rodríguez-Miranda, J. Juárez-Barrientos, J. M. and Herman-Lara, E. 2021. Effect of feeding type and artisanal process in microstructural and physicochemical parameters of fresh and ripened goat cheese. International Food Research Journal, 28(3), 423-434.

Rogga, K. J. Samelis, J. Kakouri, A. Katsiari, M. C. Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G. 2005. Survival of Listeria monocytogenes in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4 C and 12 C. International Dairy Journal, 15(1), 59-67.

Roseiro, L. B. Wilbey, R. A. and Barbosa, M. 2003. Serpa Cheese: Technological, biochemical and microbiological characterisation of a PDO ewe's milk cheese coagulated with Cynara cardunculus L. Le Lait, 83(6), 469-481.

Rugji, J. Özgür, E. B. Çalışkan, Z. Dinçoğlu, A. H., and Yıldırım, İ. 2023. Influence of milk fat on Listeria monocytogenes viability under simulated gastrointestinal conditions and on the viable but not countable state. Mehmet Akif Ersoy University Journal of Health Sciences Institute, 11(1), 196-203.

Rychlik, M. and Bosset, J. O. 2001. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyere cheese. Evaluation of potent odorants. International Dairy Journal, 11(11-12), 895-901.

Sandine, W. E. and Elliker, P. R. 1970. Microbially induced flavors and fermented foods. Flavor in fermented dairy products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 18(4), 557-562.

Sandra, S. and Dalgleish, D. G. 2007. The effect of ultra high-pressure homogenization (UHPH) on rennet coagulation properties of unheated and heated fresh skimmed milk. International Dairy Journal, 17(9), 1043-1052.

Say, D. 2022. Physicochemical composition, nitrogen fraction and volatile profiles of goat cheese made with artisanal liquid coagulant. Journal of Food Science and Technology, 59(6), 2469-2478.

Schreiber, R. 2001. Heat-induced modifications in casein dispersions affecting their rennetability. International Dairy Journal, 11(4-7), 553-558.

Seifu, E. Buys, E. M. and Donkin, E. F. 2005. Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: a review. Trends in Food Science & Technology, *16*(4), 137-154.

Sengul, M. Turkoglu, H. Cakmakci, S. and Con, A. H. 2001. Effect of casing materials and ripening period on some microbiological properties of Tulum cheese. Pakistan Journal of. Biological. Science, 4, 854-857.

Sert, D. Akin, N. and Aktumsek, A. 2014. Lipolysis in Tulum cheese produced from raw and pasteurized goats' milk during ripening. Small Ruminant Research, 121(2-3), 351-360.

Singh, H. and Fox, P. F. 1986. Heat stability of milk: further studies on the pH-dependent dissociation of micellar κ-casein. Journal of Dairy Research, 53(2), 237-248.

Singh, H. and Fox, P. F. 1987. Heat stability of milk: influence of modifying sulphydryl-disulphide interactions on the heat coagulation time–pH profile. Journal of Dairy Research, *54*(3), 347-359.

Singh, H. and Creamer, L. K. 1992. Heat stability of milk.Singh, H. & Waungana, A. (2001). Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. International Dairy Journal, 11(4-7), 543-551.

Singh, T. K. Drake, M. A. and Cadwallader, K. R. 2003. Flavor of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *2*(4), 166-189.

Smit, G. Smit, B. A. and Engels, W. J. 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. FEMS Microbiology Reviews, 29(3), 591-610.

Statista. 2024. Market insights. Dairy products and Eggs. Cheese Turkey, Jul 2024, from https://www.statista.com/outlook/emo/food/dairy-products-eggs/cheese/turkey

Sulejmani, E. and Hayaloglu, A. A. 2016. Influence of curd heating on proteolysis and volatiles of Kashkaval cheese. Food chemistry, *211*, 160-170.

Sulejmani, E. Rafajlovska, V. Güneşer, O. Karagül-Yüceer, Y. and Hayaloglu, A. A. 2014. Volatile compounds and proteolysis in traditional Beaten (Bieno sirenje) ewe's milk cheese. International Journal of Dairy Technology, *67*(4), 584-593.

Štefániková, J. Ducková, V. Miškeje, M. Kačániová, M. and Čanigová, M. 2020. The impact of different factors on the quality and volatile organic compounds profile in "Bryndza" cheese. Foods, *9*(9), 1195.

Tan, Z. Gong, X. Zhang, J. Shi, S. Liu, C. Wang, Y. and Meng, L. 2024. Strategies for detection and control of microorganisms contamination in fermented foods: a review. CyTA-Journal of Food, *22*(1), 2401031.

Tarakçı, Z. and Durmuş, Y. 2016. Effects of packaging materials on some ripening characteristics of Tulum cheese.

Tekin, A. and Güler, Z. 2019. Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. Food Chemistry, *286*, 160-169.

Tekin, A. and Guler, Z. 2021. The effect of ripening medium (goat skin bag or plastic barrel) on the volatile profile, color parameter and sensory characteristics of Tulum cheese. Journal of Central European Agriculture, 22(1), 19-38.

Teter, A. Barłowska, J. Król, J. Brodziak, A. Rutkowska, J. and Litwińczuk, Z. 2020. Volatile compounds and amino acid profile of short-ripened farmhouse cheese manufactured from the milk of the White-Backed native cow breed. LWT, 129, 109602.

Thierry, A. Collins, Y. F. Mukdsi, M. A. McSweeney, P. L. Wilkinson, M. G. and Spinnler, H. E. 2017. Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese. In Cheese (pp. 423-444). Academic Press.

TÜİK. 2023. Süt ve Süt Ürünleri Üretim İstatistikleri, TUİK 2023 yılı verileri. www.tuik.gov.tr

TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, TUİK 2020 yılı verileri. www.tuik.gov.tr

Ucuncu, M. 1981. Study of free amino acids during ripening of Turkish White cheese (Feta cheese) from cows' and ewes' milk.

Upadhyay, V. K. McSweeney, P. L. H. Magboul, A. A. A. and Fox, P. F. 2004. Proteolysis in cheese during ripening. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (Vol. 1, pp. 391-VIII). Academic Press.

Urbach, G. 1997. The chemical and biochemical basis of cheese and milk aroma. In Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk (pp. 253-298). Boston, MA: Springer US.

Urgeghe, P. P. Piga, C. Addis, M. Di Salvo, R. Piredda, G. Scintu, M. F. and Sanna, G. 2012. SPME/GC-MS characterization of the volatile fraction of an Italian PDO sheep cheese to prevalent lypolitic ripening: the case of Fiore Sardo. Food Analytical Methods, *5*, 723-730.

USDA. 2024. Cheese production. Retrieved June, 29, 2024, from https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0240000

Uzkuç, H. and Yüceer, Y. K. 2023. Effects of heat treatment, plant coagulant, and starter culture on sensory characteristics and volatile compounds of goat cheese. International Dairy Journal, 140, 105588.

Van Duynhoven, Y. T. H. P. Isken, L. D. Borgen, K. Besselse, M. Soethoudt, K. Haitsma, O. and Van Steenbergen, J. 2009. A prolonged outbreak of Salmonella Typhimurium infection related to an uncommon vehicle: hard cheese made from raw milk. Epidemiology & Infection, 137(11), 1548-1557.

Van Gysel, M. Cossey, V. Fieuws, S. and Schuermans, A. 2012. Impact of pasteurization on the antibacterial properties of human milk. European Journal of Pediatrics, 171, 1231-1237.

van Mastrigt, O. Gallegos Tejeda, D. Kristensen, M. N. Abee, T. and Smid, E. J. 2018. Aroma formation during cheese ripening is best resembled by Lactococcus lactis retentostat cultures. Microbial Cell Factories, *17*, 1-8.

Vasbinder, A. J. Rollema, H. S. and De Kruif, C. G. 2003. Impaired rennetability of heated milk; study of enzymatic hydrolysis and gelation kinetics. Journal of Dairy Science, 86(5), 1548-1555.

Vincenzetti, S. Polidori, P. Mariani, P. Cammertoni, N. Fantuz, F. and Vita, A. 2008. Donkey's milk protein fractions characterization. Food Chemistry, *106*(2), 640-649.

Voigt, D. D. Chevalier, F. Qian, M. C. and Kelly, A. L. 2010. Effect of high-pressure treatment on microbiology, proteolysis, lipolysis and levels of flavour compounds in mature blue-veined cheese. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 11(1), 68-77.

Visser, F. M. W. 1977. Contribution of enzymes from rennet, starter bacteria and milk to proteolysis and flavour development in Gouda cheese. 3. Protein breakdown: analysis of the soluble nitrogen and amino acid nitrogen fractions. *Neth. Milk Dairy Journal*, *31*, 210-239.

Wakabayashi, H. Yamauchi, K. and Takase, M. 2006. Lactoferrin research, technology and applications. International Dairy Journal, *16*(11), 1241-1251.West, H. G. (2008). Food fears and raw-milk cheese. *Appetite*, *51*(1), 25-29.

Whetstine, M. C. Karagul-Yuceer, Y. Avsar, Y. K., and Drake, M. A. 2003. Identification and quantification of character aroma components in fresh Chevre-style goat cheese. Journal of Food Science-Chicago-, 68(8), 2441-2447.

Wit, J. D. and Hooydonk, A. V. 1996. Structure, functions and applications of lactoperoxidase in natural antimicrobial systems.

Xia, X. Kelly, A. L. Tobin, J. T. Meng, F. Fenelon, M. A. Li, B. and Sheehan, J. J. 2022. Effect of heat treatment on whey protein-reduced micellar casein concentrate: A study of texture, proteolysis levels and volatile profiles of Cheddar cheeses produced therefrom. International Dairy Journal, *129*, 105280.

Xiao, J. Chen, Y. Li, J. Shi, X. Deng, L. and Wang, B. 2020. Evaluation of the effect of auxiliary starter yeasts with enzyme activities on Kazak cheese quality and flavor. Frontiers in Microbioloy, 11, 614208.

Xu, C. Fu, Y. Liu, F. Liu, Z. Ma, J. Jiang, R., and Hou, J. 2021. Purification and antimicrobial mechanism of a novel bacteriocin produced by Lactobacillus rhamnosus 1.0320. Lwt, 137, 110338.

Xu, Z. Chen, J. Shi, X. Wang, B. Zheng, X. and Zheng, X. 2020. Characteristic physicochemical indexes and flavor compounds in Xinjiang Kazak cheese during ripening. Food Bioscience, *35*, 100586.

Yang, L. Banada, P. P. Liu, Y. S. Bhunia, A. K. and Bashir, R. 2005. Conductivity and pH dual detection of growth profile of healthy and stressed Listeria monocytogenes. Biotechnology and Bioengineering, 92(6), 685-694.

Yoon, Y. Lee, S. and Choi, K. H. 2016. Microbial benefits and risks of raw milk cheese. Food Control, *63*, 201-215.

Zheng, X. Shi, X. and Wang, B. 2021. A review on the general cheese processing technology, flavor biochemical pathways and the influence of yeasts in cheese. Frontiers in Microbiology, 12, 703284.