



**SİİRT İLİNDE GELENEKSEL OLARAK ÜRETİLEN
OTLU PEYNİRİN AROMA PROFİLİ İLE BAZI
MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL NİTELİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Ahmet KORKMAZ

Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mustafa ATASEVER**

Doktora Tezi - 2025



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**SİİRT İLİNDE GELENEKSEL OLARAK ÜRETİLEN
OTLU PEYNİRİN AROMA PROFİLİ İLE BAZI
MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL NİTELİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Ahmet KORKMAZ

**Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mustafa ATASEVER**

**ERZURUM
2025**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Peynirlerde Aroma Oluşumuna Etki Eden Bazı Bileşikler.....	9
2.1.1. Serbest Yağ Asitleri	11
2.1.2. Amino asitler.....	13
2.1.3. Esterler	13
2.1.4. Alkoller	14
2.1.5. Aldehitler	14
2.1.6. Ketonlar	15
2.1.7. Asitler.....	15
2.1.8. Terpenler	15
2.2. Laktik Asit Bakterilerinin Peynir Aromasına Etkisi.....	16
3. MATERYAL ve METOT	18
3.1. Materyal	18
3.2. Metot	18
3.2.1. Peynir Örneklerinde Kimyasal Analizler.....	19
3.2.1.1. pH Analizi.....	19

3.2.1.2. Kuru Madde Analizi	20
3.2.1.3. Kül Tayini Analizi	20
3.2.1.4. Tuz Tayini Analizi	20
3.2.1.5. Yağ Tayini Analizi.....	20
3.2.1.6. Protein Analizi	21
3.2.1.7. Su Aktivitesi Analizi.....	21
3.2.1.8. Asitlik Tayini (% laktik asit cinsinden)	21
3.2.1.9. Renk Analizi	22
3.2.2. Peynir Örneklerinde Mikrobiyolojik Analizler	22
3.2.2.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakterilerin Sayımı	22
3.2.2.2. Toplam Aerobik Psikrofil Bakterilerin Sayımı	22
3.2.2.3. <i>Lactobacillus</i> Cinsi Bakterilerin Sayımı	23
3.2.2.4. Koliform Bakteri Sayımı.....	23
3.2.2.5. Maya ve Küf Sayımı	23
3.2.3. Aroma Profili Analizi	23
3.2.3.1. Örneklerin Ekstraksiyon ve Esterleştirme Yöntemi	24
3.2.4. Duyusal Analizler	24
3.2.5. İstatistik Analiz	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları	25
4.1.1. Peynir Örneklerinin pH Değerleri.....	25
4.1.2. Peynir Örneklerinin Kuru Madde Değerleri	26
4.1.3. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Kül Değerleri	27
4.1.4. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Tuz Değerleri	29
4.1.5. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Yağ Değerleri.....	30

4.1.6. Peynir Örneklerinin Protein Değerleri	32
4.1.7. Peynir Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri	33
4.1.8. Peynir Örneklerinin Asitlik Değerleri.....	35
4.1.9. Peynir Örneklerinin L* Değerleri	36
4.1.10. Peynir Örneklerinin a* Değerleri.....	37
4.1.11. Peynir Örneklerinin b* Değerleri	39
4.2. Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	40
4.2.1. Peynir Örneklerinin Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı.....	40
4.2.2. Peynir Örneklerinin Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı.....	42
4.2.3. Peynir Örneklerinin <i>Lactobacillus</i> spp. Sayısı	43
4.2.4. Peynir Örneklerinin Koliform Grubu Bakteri Sayısı	45
4.2.5. Peynir Örneklerinin Maya ve Küf Sayısı.....	46
4.3. Peynir Örneklerinin Duyusal Analiz Değerleri	48
4.4. Peynir Örneklerinin Aroma Profili Analiz Sonuçları	50
4.4.1. Aldehitler	50
4.4.2. Alkoller	53
4.4.3. Ketonlar	55
4.4.4. Asitler.....	57
4.4.5. Esterler ve Terpenler.....	61
4.4.6. Sülfür Bileşikleri.....	63
4.4.7. Diğer Uçucu Bileşikler	64
5. TARTIŞMA.....	68
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	113
KAYNAKLAR	115
EKLER	136

EK-1. Etik Kurul Onay Formu	136
EK-2. Etik Bidirim ve İntihal Beyan Formu	137
EK-3. Peynirde Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Puanlama Formu	138



TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ATASEVER’re en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezin uygulama kısmı ve diğer aşamalarında bilgi ve yardımlarıyla süreci destekleyen, saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Meryem AYDEMİR ATASEVER, Prof. Dr. Gülşah ÇANAKÇI ADIGÜZEL ve Dr. Öğr. Üyesi Sevda URÇAR GELEN’e, doktora öğrencisi arkadaşım Furkan SARIALIOĞLU’na bu çalışmayı **TDK-2023-13341 BAP** proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne, çalışmalarım sırasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma, yoğun eğitim dönemim boyunca sabırla beni destekleyen eşime ve aileme teşekkür ederim.

Ahmet KORKMAZ

ÖZET

Siirt İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Otlı Peynirin Aroma Profili İle Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Niteliklerinin Belirlenmesi

Amaç: Bu çalışmada, farklı oranlarda sirmo (*Allium sp.*) otu ilave edilerek üretilen geleneksel Siirt otlı peynirinin olgunlaşma süresi boyunca uçucu bileşik profili ile bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal niteliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metot: Farklı konsantrasyonlarda [%0 (kontrol), %1, %2 ve %3] sirmo otu ilave edilerek üretilen Siirt otlı peynirlerin, mikrobiyolojik, (toplam mezofilik aerobik, toplam aerobik psikrofil bakteri, *Lactobacillus* spp., koliform bakteri ve maya-küf), kimyasal (pH, kuru madde, kuru maddede kül, kuru maddede yağ, kuru maddede tuz, protein, titrasyon asitliği, su aktivitesi) ve uçucu bileşik profili analizleri peynir üretiminin 0. ve olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde, duyu analizleri ise olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde yapılmıştır. Peynirdeki uçucu aroma bileşikleri Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sistemi kullanılarak belirlenmiştir.

Bulgular: Olgunlaşma süresince farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin; pH, kuru madde, kuru maddede kül, kuru maddede yağ, kuru maddede tuz, protein, titrasyon asitliği, su aktivitesi, L*, a* ve b* değerleri arasındaki farklılıklar önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir üretiminde farklı oranlarda sirmo otu kullanımı, kontrol grubu peynire kıyasla, pH, kuru madde, kuru maddede yağ, protein, su aktivitesi, L* ve a* değerinde azalmaya, kuru maddede kül, kuru maddede tuz, titrasyon asitliği ve b* değerinde artmaya neden olmuştur. Olgunlaşma süresince farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir gruplarının toplam mezofilik aerobik, toplam aerobik psikrofil bakteri, *Lactobacillus* spp., koliform grubu bakteri ve maya-küf sayıları arasındaki farklılıklar önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynirde sirmo ot konsantrasyonunun ve olgunlaşma süresinin çeşitli uçucu bileşik üzerine önemli ($p<0.05$) bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Çalışmada 9 aldehit, 10 alkol, 5 keton, 11 asit, 6 ester ve terpen, 2 sülfür bileşiği ve 14 diğer aroma bileşikler olmak üzere toplam 57 uçucu bileşik belirlenmiştir. Sirmo ot konsantrasyonunun ve olgunlaşma süresinin peynirin duyu parametreleri (lezzet, tekstür, görünüş ve renk) açısından değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Çalışmada peynir örneklerine verilen en yüksek toplam duyu puanının %1 sirmo otlı peynirde (% 91.05) ve en düşük puanın ise %3 sirmo otlı peynirde (% 82.81) olduğu görülmüştür.

Sonuç: Geleneksel Siirt otlı peynirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, aroma profili ve duyu nitelikleri; kullanılan sirmo otu konsantrasyonuna ve olgunlaşma süresine bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Peynir üretiminde sirmo otu ilavesi ve olgunlaşma süresinin geleneksel Siirt otlı peynir kalitesine olumlu katkı sunmuş, peynirin fonksiyonel niteliklerini geliştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aroma profili, mikrobiyolojik özellikler, Siirt otlı peyniri

ABSTRACT

Determination of Flavor Profile and Some Microbiological and Chemical Characteristics of Traditionally Produced Herbed Cheese in Siirt Province

Aim: The aim of this study was to determine the microbiological and physicochemical properties and volatile compound profile of traditional Siirt herb cheese produced by adding sirmo (*Allium sp.*) herb at different rates during the ripening period.

Material ve Method: Siirt herb cheeses produced with different concentrations [0% (control), 1%, 2% and 3%] of sirmo herb were analyzed for microbiological (total mesophilic aerobic, total aerobic psychrophilic bacteria, *Lactobacillus* spp, coliform bacteria and yeast-mould), chemical (pH, dry matter, ash in dry matter, fat in dry matter, salt in dry matter, protein, titration acidity, water activity) and volatile compound profile analyses were performed on day 0 of cheese production and days 30, 60 and 90 of ripening period. Sensory analyses were performed on days 30, 60 and 90 of the ripening period. Volatile flavour compounds in the cheese were determined using Shimadzu GC-2010 gas chromatography system and Shimadzu QP-2010 mass spectrometry system.

Results: The differences between pH, dry matter, ash in dry matter, fat in dry matter, salt in dry matter, protein, titratable acidity, water activity, L*, a* and b* values of cheese samples containing different ratios of sirmo grass during ripening were found to be significant ($p < 0.05$). The use of different ratios of sirmo herb in cheese production caused a decrease in pH, dry matter, fat in dry matter, protein, water activity, L* and a* values, and an increase in ash in dry matter, salt in dry matter, titration acidity and b* values compared to the control group cheese. The differences between the total mesophilic aerobic, total aerobic psychrophilic bacteria, *Lactobacillus* spp., coliform group bacteria and yeast-mould counts of the cheese groups containing different ratios of sirmo herb during storage were found to be significant ($p < 0.05$). It was found that the concentration of sirmo herb and ripening time had a significant ($p < 0.05$) effect on various volatile compounds in cheese. A total of 57 volatile compounds including 9 aldehydes, 10 alcohols, 5 ketones, 11 acids, 6 esters and terpenes, 2 sulphur compounds and 14 other flavour compounds were determined. Sirmo herb concentration and ripening time were found to vary in terms of sensory parameters (flavour, texture, appearance and colour) of cheese. In the study, it was observed that the highest total sensory score given to the cheese samples was in 1% sirmo herb cheese (91.05%) and the lowest score was in 3% sirmo herb cheese (82.81%).

Conclusion: Physicochemical, microbiological, flavour profile and sensory qualities of traditional Siirt herb cheese varied depending on the concentration of sirmo herb used and ripening time. The addition of sirmo herb and ripening time in cheese production contributed positively to the quality of traditional Siirt herb cheese and improved the functional properties of cheese.

Keywords: Flavour profile, microbiological properties, Siirt herb cheese

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µm	: Mikrometre
a_w	: Su aktivitesi
d	: Dakika
g	: Gram
GC	: Gaz kromatografisi
m	: Metre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MRS	: de Man rogosa sharpe
nd	: Tespit edilemedi
ng	: Nanogram
nm	: Nanometre
°C	: Santigrat derece
PCA	: Plate Count Agar
ppb	: Milyarda bir kısım
ppm	: Milyonda bir kısım
RBC	: Rose bengal chloramphenicol
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SPME	: Katı faz mikroekstraksiyon
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakteri
TAPB	: Toplam aerobik psikrofilik bakteri
VRBA	: Violet red bile agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Otlu peynir üretiminde kullanılan bazı bitkiler	5
Şekil 2.2. Uçucu aroma bileşikleri oluşum kaynakları	10
Şekil 3.1. Yöresel Siirt otlu peyniri akım şeması	19
Şekil 4.1. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerleri	26
Şekil 4.2. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde değerleri...	27
Şekil 4.3. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede kül değerleri	29
Şekil 4.4. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz değerleri	30
Şekil 4.5. Deneysel peynir örneklerinde olgunlaşma süresince kuru maddede yağ değerleri	32
Şekil 4.6. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince protein değerleri	33
Şekil 4.7. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerleri...	34
Şekil 4.8. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerleri	36
Şekil 4.9. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince L* değerleri	37
Şekil 4.10. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince a* değerleri	38
Şekil 4.11. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince b* değerleri.....	40
Şekil 4.12. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları	41
Şekil 4.13. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayıları.....	43

Şekil 4.14. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince <i>Lactobacillus</i> spp. sayısı	44
Şekil 4.15. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince koliform grubu bakteri sayıları.....	46
Şekil 4.16. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf değerlerindeki değişimler.....	47



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Farklı ölkelerde üretilen bazı otlu peynirler	6
Tablo 2.2. Bazı önemli peynir çeşitlerindeki serbest yağ asitlerinin konsantrasyonları	12
Tablo 4.1. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerleri (Ort±SS)	25
Tablo 4.2. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde değerleri (Ort±SS) .	27
Tablo 4.3. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede kül değerleri (Ort±SS).....	28
Tablo 4.4. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz değerleri (Ort±SS).....	30
Tablo 4.5. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince kuru maddede yağ değerleri (Ort±SS).....	31
Tablo 4.6. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince protein değerleri (Ort±SS).....	33
Tablo 4.7. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerleri (Ort±SS) .	34
Tablo 4.8. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerleri (Ort±SS).....	35
Tablo 4.9. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince L* değerleri (Ort±SS).....	37
Tablo 4.10. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince a* değerleri (Ort±SS).....	38
Tablo 4.11. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince b* değerleri (Ort±SS)	39
Tablo 4.12. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik mezofilik bakterileri sayısı (log cfu/g)	41
Tablo 4.13. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı (log cfu/g)	42

Tablo 4.14. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince <i>Lactobacillus</i> spp. sayısı (log cfu/g)	44
Tablo 4.15. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince koliform bakteri sayısı (log cfu/g)	45
Tablo 4.16. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf sayısı (log cfu/g) .	47
Tablo 4.17. Farklı oranlarda sirno otu kullanılan peynir örneklerinin olgunlaşma süresince duyuşal analiz puanları.....	49
Tablo 4.18. Peynir örneklerine ait aldehitlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları.....	51
Tablo 4.19. Peynir örneklerine ait alkollerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları	54
Tablo 4.20. Peynir örneklerine ait ketonların olgunlaşma süresince ortalama pik alanları	57
Tablo 4.21. Peynir örneklerine ait asitlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları	59
Tablo 4.22. Peynir örneklerine ait esterlerin ve terpenlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları.....	62
Tablo 4.23. Peynir örneklerine ait sülfür bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları	63
Tablo 4.24. Peynir örneklerine ait diğér uçucu bileşiklerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları.....	65

1. GİRİŞ

Peynir, uzun bir üretim geçmişine sahip geleneksel süt ürünüdür. Peynir yapımı yaklaşık 8.000 yıl önce çeşitli Batı Asya ülkelerinde ortaya çıkmıştır. Küresel süt endüstrisinin gelişimi açısından, peynir çok önemli bir süt ürünüdür. Toplam küresel peynir üretimi yıllık ortalama 20 milyon tondur. Dünyanın farklı ülke ve bölgelerinde çeşitli peynirler üretilmekte olup Avrupa Birliği ülkeleri (örn., Hollanda ve Almanya) dünya çapında en büyük peynir ihracatını yapan ülkeler konumundadır (Zheng ve ark., 2021).

Türk Gıda Kodeksine (2015) göre peynir; hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasından sonra değişik yağ oranlarında ve sertliklerde, tuzlanarak (örn., kuru ve salamura) ya da tuzlanmadan, starter kültür eklenerek veya eklenmeden, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun üretilen, taze ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik nitelikler gösteren süt ürünleri olarak tanımlanmıştır.

Uzun raf ömrü avantajına sahip olan peynir, antik çağlarda sütün konsantre bir formu şeklindeydi. Yüksek yağ oranı ve protein içeriği peyniri, insan diyetinde zengin ve besleyici bir gıda haline getirmiştir. Peynir, temel besin maddeleri olan proteinler, biyoaktif peptitler, amino asitler, yağlar, yağ asitleri, vitaminler ve mineraller bakımından zengin bir kaynaktır. Peynirin beslenme ve insan sağlığına olumlu etkisininin olduğu ifade edilmiştir. Olgunlaştırılmış peynir laktoz miktarı düşük olduğundan laktoz intoleransı olan bireylerin beslenmesine uygundur (Mazlum ve Atasever, 2023; Walther ve ark., 2008).

Dünyada 2.000'den fazla farklı peynir çeşidi bulunmaktadır. Bu peynirlerin yaklaşık 400 çeşidi diğerlerine göre daha fazla bilinmektedir (Zheng ve ark., 2021).

Peynir lezzeti yaklaşık bir asırdır bilimsel araştırmaların konusu olmuştur. Başlangıçta, peynir lezzetinin tek bir bileşenden kaynaklanabileceğine inanılıyordu, ancak kısa süre sonra peynirin lezzetinin çok çeşitli saf ve aromatik bileşenlerin doğru dengesi ve konsantrasyonundan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Fox ve Wallace, 1997; Mulder, 1952).

Gaz kromatografisinin geliştirilmesi ve kütle spektrometrisi ile kombine edilmesi, peynirin aromasından sorumlu olan ve genel lezzetine önemli katkıda bulunan uçucu bileşiklerin hassas ve ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Uçucu olmayan bileşikler; amino asitler ve küçük peptitler de peynir aromasına, özellikle de tadına önemli katkıları bulunmaktadır. Kağıt ince tabaka ve iyon değişim kromatografisinin başlangıçta peynirdeki uçucu olmayan aroma bileşiklerini incelemek için kullanıldığı, ancak yerini çok daha güçlü bir teknik olan ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisinin aldığı gözlemlenmiştir (Fox ve Wallace, 1997).

Peynir üretim sürecinde birçok peynir çeşidi ısıl işleme tabi tutulsa bile genellikle mikroorganizmalardan kaynaklanan, tüketiciler için sağlık riskleri bulunduran ve sonuçta peynirin raf ömrünün azalmasına yol açabilecek kontaminasyonlar ortaya çıkabilmektedir. Peynir yapımında otların ve baharatların kullanımı eski zamanlardan beri yaygın bir yöntemdir (Ritota ve Manzi, 2020). Peynir üretiminde baharatlar, otlar, sebzeler ve diğer çeşniler tat ve aromayı çeşitlendirme, renk verme, görünüşünü geliştirme ve tüketicilerin ilgisini çekme amaçlarıyla kullanılmaktadır (Coşkun, 1998; Goncu ve Akın, 2017).

İtalya'da, cheddar ve mozzarella peynirleri ile karşılaştırıldığında çok daha küçük miktarlarda üretilse de, biber aromalı İtalyan peynirlerinin (örn., pecorino, pepato) üretimi küçük peynir işletmelerinde hızla artmaya başlamıştır. Bu peynirlerin özellikle popüler tatların (örn., nane, vanilya, lavanta) bir araya getirilmesiyle de

farklılaştırıldığı ifade edilmektedir (Agboola ve Radovanovic-Tesic, 2002; Ahmed ve Johnson, 2000).

Otlu peynir; Siirt, Van, Bitlis, Batman ve Diyarbakır yörelerinde üretilen yarı sert, tuzlu ve ot katkılı bir peynir türüdür. Üretilen otlu peynirler, plastik bidonlara sıkıca doldurup ağız kısmı kapatılır ve ters çevrilerek toprağın yaklaşık 1 metre kadar altına gömülerek olgunlaştırılır. Bunun yanı sıra otlu peynirler özellikle kısa zaman içerisinde tüketime sunulacak ise salamurada olgunlaştırma işlemi tercih edilmektedir (Sağun ve ark., 2005).

Literatürde (Andiç ve ark., 2015; Eralp, 1953; Kavaz ve ark., 2013a; Tekinşen, 2004) otlu peynir ile ilgili olarak yaklaşık 70 yıldır çeşitli fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal çalışmalar yapılmıştır. Otlu peynir ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu Van otlu peynir ile ilgili çalışmalar (Akkoç, 2016; Akyüz ve ark., 1996; Ekici ve ark., 2019; Kara ve Köse, 2020; Kurt ve Akyüz, 1984; Ocak ve ark., 2015; Tunçtürk ve ark., 2014) olduğu görülmektedir. Literatürde yöresel Siirt otlu peyniri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma (Doğan, 2012; Ektiren ve ark., 2020; Hallaç ve ark., 2021) bulunduğundan mevcut araştırmanın önemi artmaktadır.

Siirt ili ve çevresinde daha önce yöresel Siirt otlu peynirlerinde farklı oranlarda Sirmo (*Allium* sp.) otu ile üretimi yapılmış ve 0, 30, 60 ve 90 günlük olgunlaşma süresince aroma profilinin araştırıldığı bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Ayrıca bu çalışmayla taze ve olgunlaştırılmış yöresel Siirt otlu peynirlerinde çeşitli kalite nitelikleri (kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal) de belirlenmiş olacaktır. Anılan nedenlerden ötürü mevcut çalışma, literatüre önemli bilgiler kazandıracaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Peynir, mikroorganizmalar tarafından kontaminasyona açık hassas bir gıdadır. Bu da peynirin raf ömrünün azalmasına ve tüketicilerin sağlığı için risklere yol açabilmektedir. Bu durum, peynir yapım sürecinde koruyucu maddelerin muhtemel kullanımını gerektirebilmektedir. Bununla birlikte tüketiciler, sentetik koruyuculardan arındırılmış sağlıklı gıdaları daha fazla talep etmektedir. Bu nedenle, doğal bileşenler sağlığa faydalı biyoaktif bileşiklere sahip olmalarından dolayı sentetik katkı maddelerinin yerine kullanılmaktadır. Doğal katkı maddelerinin antimikrobiyal aktiviteleriyle patojenik ve saprofit mikroorganizmaların gelişmelerini engelleyerek gıdanın raf ömrünü arttırabileceği ve gıda kaynaklı hastalıkların görülme sıklığını en aza indirebileceği düşünülmektedir (Ritota ve Manzi, 2020).

Peynir üretiminde kullanılan bazı bitkilerin fonksiyonel özelliklerinden (örn., antioksidan, antimikrobiyal) dolayı çok geniş bir pazarlama potansiyeli vardır (Agboola ve Radovanovic-Tesic, 2002; Ahmed ve Johnson, 2000).

Genel olarak Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde otlu peynir yapımında genellikle *Allium* sp. (sirmo), *Chaerophyllum* sp. (mendi), *Ferula* sp. (siyabo), *Heracleaum* sp. (Sov), *Zizophora* sp. (Cadır), *Prangos* sp. (Heliz) ve *Thymus* sp. (kekik) türleri kullanılmaktadır. Bu otlar peynir üretiminde hem tek başına hem de bunların farklı kombinasyonları şeklinde katılabilmektedir. Peynir üretiminde daha yaygın olarak sirmo otu kullanılmaktadır. Sirmo otunun diğer türlere göre daha çok kullanılmasının nedeni; daha yaygın ve fazla yetişmesinin yanı sıra tat ve aromasının otlu peynirde daha fazla tercih edilmesidir (Çelik ve ark., 2008; Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Otlı peynir üretiminde kullanılan bazı bitkiler Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Allium sp. (sirmo)

Prangos sp. (Heliz)

Heracleum sp. (Sov)

Şekil 2.1. Otlı peynir üretiminde kullanılan bazı bitkiler

Otlı peynir üretiminde kullanılan bitkilerin (örn., *thymus* sp., *chaerophyllum* sp., *allium* sp., *prangos* sp. ve *ferula* sp.) antioksidan ve antibakteriyel etkileri bulunmaktadır. Bitki türlerinin antioksidan içeriği coğrafi konum ve rakıma göre de farklılıklar gösterebilmektedir (Çelik ve ark., 2008).

Otlı peynir yapımında kullanılan otlar, özellikle yüksek rakımlarda yetişmekte ve bölge halkı tarafından toplanarak, taze veya salamura olarak peynire eklenmektedir (Guldigen ve Sensoy, 2015; Özçelik, 1994). Siirt il ve ilçelerinde üretilen otlı peynirlere de sirmo otu katılmaktadır. İlave edilen otların çok büyük bir kısmı; Pervari ilçesine bağlı 2047 rakımlı Herekol Dağı eteklerindeki Çemekare Yaylasından toplanmaktadır. Halk arasında Sirik olarak bilinen bu ot, sirmo bitkisi ya da yabani sarımsak olarak da adlandırılmaktadır.

Otlı peynirlere ilave edilen bitki türü yöreye göre değişebilmektedir. Hatta aynı ilin farklı ilçelerinde kullanılan otlar farklılık gösterebilmektedir. Örneğin Van'ın Çatak ilçesinde ağırlıklı olarak heliz, sirmo, kekik ve mendi türleri kullanılırken; Bahçesaray ilçesinde sirmo ve siyabo, Gürpınar ilçesinde kekik, Erciş ve Bahçesaray ilçelerinin yüksek yerleşim merkezlerinde sov, Siirt'te sirmo ve kekik otu türleri daha fazla

kullanılmaktadır (Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Farklı ülkelerde üretilen bazı otlu peynirler Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Alemdar ve ark., 2019).

Tablo 2.1. Farklı ülkelerde üretilen bazı otlu peynirler

Ülke	Otlı peynir çeşidi
Fransa	Le Roule, Morbier, Gaperon, Coeur de Camembert au Calvados
İsviçre	Swissalp Panorama, Bellevue, Don Olivo
İtalya	Casciotta di Urbino, Barricato San Martino, Marzolino, Romano Pepato, Piacentinu Ennese, Vento d'Estate,
Almanya	Bruder Basil, Rauchkase, Sebastian
Hollanda	Kanterkaas, Kanterkomijnkeaa
İspanya	Afuega'l Pitu, Brin d'Amour
ABD	Chevre, Cheddar, Monterey Jack
Danimarka	Dambo
Norveç	Nokkelost
Macaristan	Liptauer
Mısır	Karish
Fas	Jben, Raib
Suriye	Shankalish

Köylerde standartlaştırılmamış şekilde, çeşitli bitkiler ilave edilerek inek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen otlu peynirlerin yaklaşık 200 yılı aşkın bir geçmişe sahip oldukları düşünülmektedir (Erkan ve ark., 2007).

Türkiye'de otlu peynir üretimi büyük oranda aile işletmelerinde ve küçük ölçekli mandıralarda yapılmaktadır. Sütün bileşimi, pH'sı, işlenmesi, kullanılan bitkiler, tuz oranı, olgunlaşma koşulları, peynir mikroflorası ve bunların metabolik aktiviteleri şeklinde sıralanan faktörler otlu peynirin dokusal ve duyuşsal özelliklerini etkileyebilmektedir (Özcan ve ark., 2017).

Peynirin son tüketici tarafından kabul edilebilirliği büyük ölçüde tat ve aroma olmak üzere belirli duysal özelliklere bağlıdır. Peynirin organoleptik özellikleri ve kalitesi içeriğindeki; yağ asitleri, aminler, ketonlar, serbest amino asitler, alkoller, aldehitler, laktonlar ve kükürt bileşiklerine bağlıdır. Bununla birlikte bu bileşiklerin peynirdeki varlığı bazı üretim faktörleriyle (örn., iklim, coğrafi konum, kullanılan teknoloji, peynirlerin mikrobiyotası, olgunlaşma koşulları) ilişkilidir (Buffa ve ark., 2004; Califano ve Bevilacqua, 2000; Pino ve ark., 2018; Soggiu ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2021).

Peynirlerin aroma profilinin belirlenmesi oldukça zor ve karmaşık bir yöntemdir. Bu bağlamda duysal değerlendirme ve enstrumantal analiz tat ve aromanın belirlenmesinde kullanılan iki temel yöntemdir (Amerine ve ark., 1965). Duysal analizler gıdaların organoleptik kalitesinin belirlenmesinde önemli bir yer teşkil eder. Gıda kalitesi; tüketicinin tercihinde rol oynayan, her biri ayrı ayrı ölçülüp kontrol edilebilen, söz konusu gıda ünitesini diğerlerinden ayırt etmeye yarayan tipik bileşim olarak tanımlanmaktadır (Sezen-Demirci, 2012).

Enstrümantal analiz yöntemleri, aroma profili analizlerinde insan kaynaklı hatalara sahip olmadığından duysal değerlendirme ile kıyaslandığında daha avantajlıdır. Bundan dolayı duysal değerlendirme yerine uygun enstrumantal yöntemlerin kullanımı tercih edilmektedir. Fakat günümüzde hala insan duyularının yerini alabilecek herhangi bir ekipman geliştirilememiştir. Ancak gıda maddelerinin renklerinin ölçülmesinde veya tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde sınırlı bir ölçüde duysal değerlendirmelerden yararlanılmaktadır (Meilgaard ve ark., 1999).

Gıda aroma maddeleri çoğunlukla uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerden oluşur. Uçucu aroma maddeleri arasında alkol, asit, ester, aldehit ve keton bulunur. Bu bileşikler, gıdaların aromasının oluşumuna önemli derecede katkı sağlar (Marsili, 1985;

Zheng ve ark., 2021). Buna karşılık, uçucu olmayan aroma maddeleri esas olarak organik asitler, amino asitler, indirgeyici şekerler, nükleotidler, polipeptitler ve diğer küçük moleküllerden oluşmaktadır (Delgado ve ark., 2010; Zheng ve ark., 2021).

Oldukça fazla sayıdaki uçucu bileşiklerden oluşan karışımdan, her bir molekülü ayırmak ve tespit etmek için gelişmiş analiz tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde, peynir gibi karmaşık yapıya sahip gıda maddelerindeki aromatik uçucu bileşiklerin doğru bir şekilde analiz edilmesi gaz kromatografisi ve kütle spektroskopisinin birlikte kullanılmasıyla mümkündür (Altun ve Orak, 2002).

Peynirlerin kendine has duyuşsal, fiziksel ve kimyasal niteliklerinin oluşması amacıyla belirli şartlarda ve sürelerde geçirdiği değişikliklerin toplamı olgunlaştırma olarak ifade edilmektedir. Olgunlaşmanın ilk aşamalarında peynirde aromanın şekillenmesine katkı sağlayan proteoliz, peynir yüzeyini yumuşatarak amino asitlerin ve peptitlerin oluşumunu sağlar. Proteoliz, peynir üretiminde sütün yapısında mevcut olan enzimler, starter kültürden kaynaklanan proteinaz sistemleri ile sütün koagülasyonunda kullanılan rennet ve mikrobiyel proteinazlar tarafından oluşturulur (Üçüncü, 2005).

Olgunlaşma, peynir lezzetini etkileyen en önemli faktördür. Peynirin olgunlaşması sırasında, peynir matrisinde bulunan mikrobiyotanın enzimatik aktiviteleriyle ilişkili çok sayıda lezzet bileşiğinin oluşumuna yol açan çeşitli biyokimyasal olaylar meydana gelir (Cuffia ve ark., 2020; Steele ve ark., 2013).

Bu biyokimyasal süreç çok karmaşık olan birincil ve ikincil metabolik reaksiyonları içerir. Peynirin temel lezzeti karbonhidrat, protein ve yağların hidrolizini içeren birincil metabolizma tarafından belirlenir. İkincil metabolizma ise, peynir çeşidine özgü lezzetin oluşumundan sorumludur. Esas olarak amino asitlerinin dekarboksilasyonu, transaminasyon, deaminasyon, desülfasyon, ile yağ asitlerinin beta

oksidasyonu ve esterifikasyonunu içerir (Atasever ve Mazlum, 2024; Marilley ve Casey, 2004; Zheng ve ark., 2021).

Olgunlaşmanın ilk aşamasında laktoz, mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır ve olgunlaşmanın ilk birkaç haftasında önemli ölçüde değişik asitlere dönüştürülmektedir (Erceyes ve ark., 2018; Fox, 1987; Üçüncü, 1996).

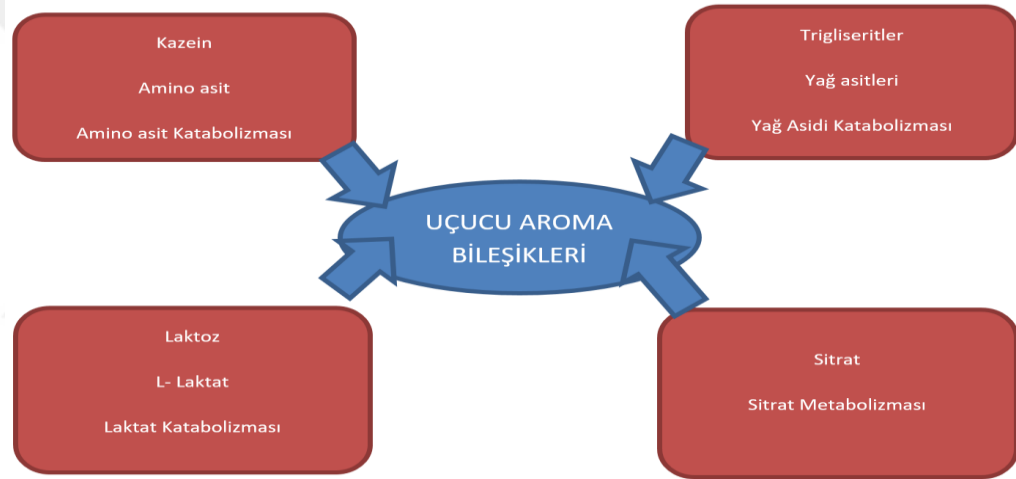
2.1. Peynirlerde Aroma Oluşumuna Etki Eden Bazı Bileşikler

Spesifik olarak, lezzet algısı ortonazal ve/veya retronazal boşlukta algılanan aktif uçucu bileşiklerin kombinasyonu tarafından yönlendirilir. Koku algısı, genellikle hidrofobik olan ve burun boşluğunun koku alma epitelindeki koku reseptörleriyle (G proteini ile bağlantılı reseptörler) etkileşime giren belirli uçucu moleküller tarafından tetiklenen karmaşık bir biyolojik olgudur (Bertuzzi ve ark., 2018; Breer ve ark., 2006; Dunkel ve ark., 2014). McSweeney ve Sousa (2000) peynir çeşitlerinde aromanın yüzlerce farklı uçucu bileşimini açığa çıkarttığı oldukça kompleks bir karışım olduğunu ifade etmişlerdir.

Peynir lezzeti; peynirin tekstürel özellikleri ile uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin algılanması olarak ifade edilir. Peynirlerin lezzet profilleri karmaşıktır ve çeşide veya türe özgüdür. Peynir çeşitlerindeki lezzet farklılıkları, farklı coğrafi bölgelerdeki tüketici gruplarının lezzet algılarına göre değişmektedir (Olson, 1990).

Gıda maddelerinde aroma aktif bileşenlerin miktarı ppm ve ppb seviyelerinde olmasına rağmen algılanabilmektedir. Aroma profilinde yer alan her bir aktif bileşenin aroma belirleme eşik değerleri de farklı olabilmektedir. Bundan dolayı, aroma analizleri yapılırken gıda matriksinde bulunan bu aromatik bileşenlerin diğer uçucu bileşenlerden ayırt edilmesi sağlanabilmelidir (Güneşer ve Yüceer, 2010; Mayol ve Acree, 2001; Reineccius, 1994).

Fermente süt ürünlerinde aroma oluşumu, süt bileşenleri üzerine mikroorganizmaların enzimatik aktiviteleri sonucu şekillenmektedir. Peynirlerdeki lezzet bileşiklerinin en önemli kaynağı süt yağı, laktoz ve kazeindir. Örneğin; peynirde temel olarak birçok farklı aroma maddesi tanımlanmış ve bu aroma maddelerinin önemli bir kısmının oluşum mekanizmalarının esası kazein degradasyonu olduğu tespit edilmiştir. Üretimde pıhtılaştırıcı enzimin kullanımı ve fermentasyon süreci neticesinde, peynirlerde kendilerine has tat ve aromalarının oluşumu şekillenmektedir (Erceyes ve ark., 2018; Fox, 1987; nc, 1996). Peynirde uçucu aroma bileşikleri oluşum kaynakları şekil 2.2.'de gösterilmiştir (Bertuzzi ve ark., 2018).



şekil 2.2. Uçucu aroma bileşikleri oluşum kaynakları

Peynirdeki aroma bileşikleri özellikle mikrobiyal enzim aktivitesi neticesiyle laktoz, yağ, protein, sitrat ve laktatın farklı biyokimyasal yöntemler ile parçalanmaları neticesinde meydana gelen uçucu metabolit maddelerdir. Bundan dolayı aroma ve lezzet oluşumunda peynir mikroflorası, çok sayıda uçucu bileşiğin oluşumunda rol oynadığından oldukça önemlidir (Atasever ve Mazlum, 2024; Bintsis ve Robinson, 2004).

Peynirlerde en çok tanımlanan uçucu bileşikler esas olarak aldehitler, alkoller, karboksilik asitler, metil ketonlar, etil esterler, kükürt bileşikleri ve aromatik hidrokarbonlardır (Bertuzzi ve ark., 2018).

2.1.1. Serbest Yağ Asitleri

Peynirin ana bileşenlerinden biri de yağdır. Bir porsiyon (50 g) tam yağlı peynirin, önerilen günlük yağ alımının yaklaşık üçte ikisini karşılamaya yeterli olduğu ifade edilmiştir (Walther ve ark., 2008). Peynirin yağ içeriği hem tat ve aromasında hem de görünüşünde oldukça etkilidir (Özsunar, 2010).

Yağların parçalanması neticesinde çeşitli aroma maddeleri oluşmaktadır. Bu nedenle yağlı sütte elde edilen peynirler, yağsız sütte üretilen peynirlerden her zaman daha iyi tat ve aromaya sahip olabilmektedirler. Dışarıdan ilave edilen ya da starter kültürler tarafından üretilen lipazlar, yağları parçalayarak aroma maddelerinin oluşumuna katkı sağlamaktadırlar (Erceyes ve ark., 2018; Fox, 1987; Üçüncü, 1996).

Yağ asitleri birçok peynir türünün lezzetinin oluşumuna etki eden önemli ve baskın bileşiklerdir. Yağ asitleri kendi başlarına aroma bileşikleri olmakla birlikte, aynı zamanda metil ketonlar, alkoller, laktonlar ve esterlerin öncüleridir. Peynirin olgunlaşması sırasında, dört veya daha fazla karbon atomu içeren serbest yağ asitleri süt yağının lipolizi veya amino asitlerin parçalanmasından kaynaklanmaktadır (Curioni ve Bosset, 2002; Urbach, 1993).

Trigliseritlerin yağ asitlerine ve gliserole enzimatik hidrolizi (lipoliz), birçok peynir çeşidinde lezzet gelişimi için önemlidir (Curioni ve Bosset, 2002; McSweeney ve Sousa, 2000). Lipoliz sonucu açığa çıkan yağ asitlerinin, özellikle sert İtalyan peynirleri ve küf ile olgunlaştırılan peynirlerin aromasına doğrudan katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Özsunar, 2010). Bazı önemli peynir çeşitlerindeki serbest yağ asitlerinin konsantrasyonları Tablo 2.2’de gösterilmiştir (Fox ve Wallace, 1997).

Tablo 2.2. Bazı önemli peynir çeşitlerindeki serbest yağ asitlerinin konsantrasyonları

Peynir çeşidi	Serbest yağ asidi (mg/kg ⁻¹)	Peynir çeşidi	Serbest yağ asidi (mg/kg ⁻¹)
Sapsago	211	Gjetost	1658
Edam	356	Provolone	2118
Mozzarella	363	Brick	2150
Colby	550	Limburger	4187
Camembert	681	Parmesan	4993
Port Salut	700	Romano	6754
Monterey Jack	736	Blue-mould (US)	32230
Cheddar	1028	Roquefort	32453

Uçucu yağ asitlerinin birçoğu (12 karbon atomuna kadar) yumuşak peynir türlerinde tespit edilmiştir. Her yağ asidinin konsantrasyonu peynir çeşidine göre değişkenlik gösterebilir, bazen aynı peynir çeşidinde bile büyük farklılıklar olabilir. Bu durum, uçucu peynir bileşiklerini analiz etmek için farklı ekstraksiyon tekniklerinin kullanılmasından kaynaklanabilmektedir (Sophie ve Cottenceau, 1999).

Yağ oranı düşük peynirlerde lezzet ve dokunun az gelişimi beklenen bir durumdur. Peynirdeki yağlar lipoliz (enzimatik) veya oksidasyon (kimyasal) yoluyla bozunmaya uğrayabilir. Peynirdeki lipit oksidasyonunun derecesi muhtemelen peynirin düşük redoks potansiyeli ve doğal antioksidanların varlığı nedeniyle sınırlıdır. Birçok yüksek aromalı bileşik lipit oksidasyonu yoluyla üretilir, ancak lipit oksidasyonunun ileri seviyesi peynirde bozulmalara yol açabilir. Bu sebeple çoğu peynir çeşidinde yaygın lipoliz istenmeyen bir durumdur (Fox ve Wallace, 1997).

2.1.2. Amino asitler

Proteoliz, olgunlaşma sürecinde çoğu peynir çeşidinin tadı, aroması ve dokusu üzerinde büyük bir etkiye sahip en önemli biyokimyasal olaylardan biridir. Peynirde proteolizi etkileyen faktörler genellikle kimozi, pH, nem oranı, depo sıcaklığı, zaman ve tuz içeriği şeklinde sıralanabilir (Atasever ve Mazlum, 2024; McSweeney, 2004; Tarakci ve Kucukoner, 2006).

Süt proteinleri esas olarak kazeinleri (α -, β - ve κ -kazein) içerir ve bunlar önemli ölçüde parçalanmadıkları için peynir altı suyuna geçmektedirler. Kazein hidrolizi, sert ve yarı sert peynirlerde aroma oluşumu için en önemli biyokimyasal yollardan biridir (Zheng ve ark., 2021). Kazein, olgunlaşma süresince peynir çeşidine özgü bir şekilde proteolitik enzimler tarafından parçalanır. Sonuçta oluşan peptit ve amino asitler peynirlerin tat ve aromasının şekillenmesinde rol oynar (Erceyes ve ark., 2018; Fox, 1987; Üçüncü, 1996).

Aromatik amino asitler (örn., fenilalanin, tirozin, triptofan), dallı zincirli amino asitler (örn., lösin, izolösin, valin) ve metionin peynir aromasını oluşturan bileşiklerin başlıca öncülleridir (Curioni ve Bosset, 2002; Yvon ve Rijnen, 2001). Aromatik amino asitler, dallı zincirli amino asitler, metiyonin ve aspartik asit amino asit aminotransferaz tarafından katalize edilen bir transaminasyon reaksiyonu ile α -keto asitlere dönüştürülür. Ortaya çıkan α -keto asitler daha sonra dallı zincirli ve aromatik aldehitlere, asetil-KoA'ya, hidroksi asitlere ve metansiyollere parçalanır (Bertuzzi ve ark., 2018; Fox ve Wallace, 1997; Hassan ve ark., 2013).

2.1.3. Esterler

Esterler peynirde en yaygın bulunan uçucu bileşiklerdir. Yüksek uçuculukları ve düşük algılanma eşikleri nedeniyle peynir lezzetine önemli katkıda bulunurlar (Bosset ve Liardon, 1984; Curioni ve Bosset, 2002).

Peynirde tespit edilen esterlerin çoğu tatlı, meyveli ve çiçeksi aroma özelliklerine sahiptir. Özellikle etil esterler peynirde meyveli bir karakterin oluşumunda önemli bir role sahiptir. Bu esterlerin bazılarının algı eşiği çok düşüktür. Bu bileşikler yağ asitleri ve aminler tarafından verilen keskin tat ve acılığı en aza indirerek peynirin aromasına katkıda bulunabilir (Curioni ve Bosset, 2002; Gallois ve Langlois, 1990).

2.1.4. Alkoller

Alkoller, yapılarında doymuş bir karbon atomuna bağlı hidroksil (-OH) grubu içeren bileşiklerdir. Alkollerin kimyasal nitelikleri, fonksiyonel grup olan -OH tarafından belirlenir. Kimyasal değişimler bu grup üzerinde şekillenir. Reaksiyonlar C-O-H grubu bağlarındaki değişmelere göre şekillenmektedir. Peynirde tespit edilen alkollerin oluşumu, metil keton ve aldehitlerin indirgenmesi, laktoz metabolizması, amino asit metabolizması ve aynı zamanda linoleik ve linolenik asitlerin bozunmasından kaynaklanmaktadır (Spinnler ve Molimard, 1996; Zheng et al. 2018).

2.1.5. Aldehitler

Aldehitler, R-COH genel formülü ile gösterilir. Aldehitlerdeki C bağlı gruba karbonil grubu denir. Buradaki karbon ve oksijen atomları arasındaki çift bağ kimyasal tepkimeler bakımından çok aktiftir. Aldehitler amino asit katabolizmasının bir sonucu olarak üretilmektedir. Peynir olgunlaşmasının başlangıcında, amino asitler aminlere dekarboksile edilir. Bu aminler olgunlaşmanın sonraki aşamalarında pH'da bir artış olduğunda, aldehitlere oksitlenir. Aldehitler peynirde yüksek konsantrasyonlarda birikmezler çünkü hızla alkollere veya karşılık gelen asitlere dönüşürler (McSweeney ve Sousa 2000).

2.1.6. Ketonlar

Ketonlar yağ asitlerinden oksidatif bozunma ile üretilir. Metil ketonların üretimi ise, esas olarak C6:0 ile C12:0 yağ asitlerinin ketoasitlere oksidasyonunu ile şekillenir (Gripon ve ark., 1991; Murtaza ve ark., 2014).

Ketonlar çoğu süt ürününün ortak bileşenleridir. Tipik kokuları ve düşük algı eşikleri nedeniyle ketonlar özellikle de metil ketonlar peynirlerin aromasına önemli derecede katkı sunmaktadırlar (Curioni ve Bosset, 2002).

2.1.7. Asitler

Peynirlerin olgunlaşması sırasında, karboksilik asitler üç ana biyokimyasal yoldan oluştuğu düşünülmektedir. Birinci yol lipoliz (trigliseritlerin; bütanoik, pentanoik, heksanoik, heptanoik, oktanoik, nonanoik, dekanoik ve undekanoik asitler gibi serbest yağ asitlerine hidrolizi), ikinci yol proteoliz (kazeinlerin; 2-metilpropanoik ve 3-metilbütanoik asitler gibi peptitlere ve amino asitlere parçalanması) ve üçüncü yol da laktat katabolizmasıdır (Delgado ve ark., 2011; Zheng ve ark., 2018).

2.1.8. Terpenler

Terpenler ve oksijenli türevleri olan terpenoidler, çoğunlukla bitkiler tarafından sentezlenir. Çiçeklerde, meyvelerde, ağaçlarda ve baharatlarda fazlaca bulunmaktadır. Bunlar, ikincil metabolitler olarak sentezlenen doğal ürünlerin en büyük ailelerindendir. Terpenler böceklere karşı koruyucu bir görev üstlenip, bitkilerin savunma mekanizmasında önemli biyolojik bir rol oynamaktadır. Terpenler bazı bitkilerin (örn., limon ve portakal ağaçları, gül, nane, limon otu) uçucu yağlarından da üretilmektedir (Palenzuela ve ark., 2021).

Terpenler bazı özelliklerinden dolayı kozmetik, farmasötik, gıda ve biyoteknoloji endüstrilerinde kullanılmaktadır (Augustin ve ark., 2011). Peynirdeki terpenler hayvanların beslenmesiyle ilgilidir. Meralarda otlayan veya farklı yem

karışımındaki bitkileri tüketen hayvanların sütüne en sonunda da peynire geçmektedir. Genel olarak, terpenlerin peynir aromasının oluşumundaki önemi tartışmalıdır (Curioni ve Bosset, 2002; Mariaca ve ark., 1997).

2.2. Laktik Asit Bakterilerinin Peynir Aromasına Etkisi

Peynir aroması, uçucu ve uçucu olmayan aroma aktif bileşenlerinin karmaşık etkileşimlerinin ve duyuşsal algının bir tezahürüdür. Laktik asit bakterileri de dahil olmak üzere çok sayıda etken, aroma maddelerini şekillendirebilmektedir. Laktik asit bakterilerinin etkisi, ikincil floranın sınırlı büyümesine sahip peynir çeşitlerinde daha baskındır (Olson, 1990).

Laktik asit bakterileri gıdalardaki aktiviteleri neticesinde karbonhidratlardan baskın olarak laktik asit üretebilmektedirler. Tür özelliklerine bağlı olarak, sadece laktik asit değil aynı zamanda asetik asit, karbondioksit, alkol ve uçucu bileşikler de üretebilmektedirler. Bunun yanı sıra laktik asit bakterileri, ürettikleri asit ve antimikrobiyel maddeler neticesinde, gıdaların bozulmasında rol oynayan saprofit mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizmalar üzerine de önemli etkiye sahiptirler (Alp ve Öner, 2014).

Laktoz, sütte (inek sütünde %4.7) bulunan başlıca karbonhidrattır üretimi sırasında, starter laktik asit bakterileri laktozun bir kısmını laktata dönüştürerek pH'nın düşmesine yol açar. Laktat tarafından asetaldehit, etanol ve asetata parçalanır. Ayrıca laktat, yüzeyi olgunlaştırılmış peynirlerde, mayalar ve küfler tarafından karbondioksit ve suya dönüştürülürken, İsviçre tipi peynirde propiyonik asit bakterileri tarafından propiyonat, asetat ve CO₂'ye metabolize edilir (Bertuzzi ve ark., 2018; McSweeney ve ark., 2017).

Laktobasiller ortamda fermentasyon sonucunda az miktarda kalan laktozu metabolize etmekte ve karbon enerji kaynağı bittiğinde amino asit ile sitratı kullanarak

aroma maddeleri üretmektedir. Bu yüzden, olgunlaştırılan peynirlerdeki ürünün tat ve aroması taze olarak tüketilen peynirlere kıyasla daha zengin olmaktadır (Skeie ve ark., 2008).

Peynirlerde laktozun fermantasyonu, olgunlaşmanın erken aşamalarında hızla gerçekleşir. Laktoz konsantrasyonu, laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesine, peynir üretimi sırasında uzaklaştırılan laktoz miktarına ve peynirin sodyum klorür konsantrasyonuna bağlıdır (Olson, 1990).

Laktik asit bakterilerinin peynir aromasına olumlu etkilerinin yanı sıra peynir üretim teknolojisi açısından ön plana çıkan önemli işlevleri bulunmaktadır. Bu işlevler olgunlaşmayı ve floranın bileşimini kontrol eden fermente edilebilir şekerlerin fermantasyonu, peynir olgunlaşmasının erken aşamalarında düşük oksidasyon indirgeme potansiyeli oluşturmaları, üretimi ve olgunlaşmanın erken aşamalarında farklı bakterilerle rekabet veya sinerjizm, protein hidrolizi ve son olarak tat bileşiklerinin sentezi olduğu düşünülmektedir (Olson, 1990).

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Otlu peynir üretiminde kullanılan koyun sütü, Siirt ilindeki yerel bir süt üreticisinden temin edilmiştir. Sütü pıhtılaştırmak için 1/18000 kuvvetinde peynir mayası (Chr Hansen A.Ş.) kullanılmıştır. Otlar [*Allium sp.* (yerel adı; sirik/sirmo)] ve iri taneli kaya tuzu Siirt'teki yerel bir pazardan satın alınmıştır. Otlu peynir örneklerinin 4 °C'de 90 günlük olgunlaştırılması sürecinde ambalaj materyali olarak yerel bir satıcıdan alınan 500 g'lık peynir kapları kullanılmıştır.

3.2. Metot

Siirt il ve ilçelerinde geleneksel yöntemlerle peynircilik yapan üreticilerle görüşülerek ve ön denemeler yapılarak yöresel Siirt otlu peynirin üretim akım şeması oluşturulmuştur. Yöresel Siirt otlu peynirinin üretim akışı şeması Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Bu üretim yöntemine göre peynir altı suyu uzaklaştırılan teleme el yardımıyla küçük parçalara ufalanıp 4 farklı gruba ayrılmıştır. Ardından bir gruba herhangi bir ot ilave edilmeyerek bu grup kontrol grubu olarak seçilmiştir. Diğer üç gruba ise, ağırlıkça (w/w) % 1, % 2 ve % 3 oranlarında Sirmo (*Allium sp.*) ilave edilmiştir. Peynir örnekleri analize tabi tutuluncaya kadar 4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Yöresel Siirt otlu peyniri akım şeması

Peynir örneklerinin olgunlaşması süresince; kimyasal, mikrobiyolojik ve aroma profili analizleri 0., 30., 60. ve 90. günlerde, duyu analizler ise 30., 60. ve 90. günlerde yapılmıştır. Mevcut çalışma üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Analize alınan geleneksel yöntemlerle üretilen yöresel Siirt otlu peynir örneklerinde fizikokimyasal [pH, kuru madde, kül, tuz, yağ, protein, su aktivitesi (a_w), renk, asitlik (% laktik asit cinsinden)], mikrobiyolojik [toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam aerobik psikrofil bakteri (TAPB), *Lactobacillus* spp., koliform grubu, maya-küf] ve duyu analizler [görünüş, renk, koku, tat, yapı] analizler yapılmıştır. Aroma profili analizi Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM)'da yapılmıştır.

3.2.1. Peynir Örneklerinde Kimyasal Analizler

3.2.1.1. pH Analizi

Hassas terazide 10 g peynir numunesi tartılıp 100 ml saf su ile karıştırılarak pH metre ile pH değeri ölçülmüştür (Tekinşen ve ark., 2001).

3.2.1.2. Kuru Madde Analizi

Gravimetrik metotla peynir örneklerin (%) kuru maddeleri belirlenmiştir. İlk önce kurutma kabı etüvde 105°C de 30 d tutulup, desikatörde soğutulduktan sonra dara alma işlemi yapılmıştır. Daha sonra peynir örneğinden kurutma kabına yaklaşık 3 g tartılmıştır. Örnekler 105°C’de 2 en az saat değişmez tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. En sonunda desikatörde soğutulup tartımı yapıp % kuru madde oranı belirlenmiştir (Tekinşen ve ark., 2001).

3.2.1.3. Kül Tayini Analizi

Örneklerin kül miktarı Gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Önceden darası alınmış olan kroze kabına konulan yaklaşık 1-2 g örnek 550 °C’ deki kül fırınında yakılarak % kül oranı saptanmıştır (Tekinşen ve ark., 2001).

3.2.1.4. Tuz Tayini Analizi

Peynir örneklerinden 5 g tartılıp üzerine 200 ml saf su eklenip ölçülü balona aktarılmıştır. Daha sonra balon çizgisine kadar normal soğuklukdaki saf su ile eklenip, adi filtre kâğıdından süzme işlemi yapılmıştır. Süzülen miktardan 25 ml alınıp ve üzerine 1–2 damla potasyum kromat indikatörü eklenmiştir. Sonrasında 0.1 N gümüş nitrat çözeltisi ile kırmızı kiremit rengi şekilleninceye kadar titre etme işlemi yapılmıştır. Peynirin % tuz oranı harcanan gümüş nitrat çözeltisi miktarından hesaplanmıştır (Mazlum, 2022; Tekinşen ve ark., 2001).

$$\% \text{ Tuz} = [0.01585 \times G/P] \times 100$$

G= Titrasyonda harcanan 0.1 N AgNO₃ (ml)

P= Titrasyonda kullanılan örnek miktarı (g)

3.2.1.5. Yağ Tayini Analizi

Bütirometrenin içine öncelikle 3 g peynir örneği tartıldıktan sonra üzerine 10 ml sülfürik asit (yoğunluğu 20°C’de 1.82 g/cm³) yavaş yavaş ilave edilmiştir. Üzerine

rengin berraklaşması için 1 ml amil alkol eklenmiştir. Bütirometreler organik yapıların parçalanması ardından peynirdeki yağın ortaya çıkması için bir süre su banyosuna bırakılıp, bütirometrelere bir miktar daha sülfürik asit eklenmiştir. Daha sonra bütirometreler 1100-1200 devir/dakika dönen gerber santrifüjüne yerleştirilip 5 d santrifüj edilmiştir. Daha sonra bütirometrelerin tıpaları ayarlanarak yağ oranı skaladan okunmuştur (Tekinşen ve ark., 2001).

3.2.1.6. Protein Analizi

Örneklerin protein miktarları Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. Paralel olacak şekilde her numune için 1'er g örnek tartılıp kjeldahl tüplerine bırakılmış, ardından 1 adet kjeldahl tableti ve 15 ml sülfürik asit eklenen tüpler içeriği berraklaşmaya kadar yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işlemi 380°C'de yaklaşık 2 saat sürmüştür. Daha sonra cihaz kapatılıp, soğuduktan sonra tüplere 50 ml saf su eklenip cihazın destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Sonra tüplere 125 ml'ye tamamlayıncaya kadar sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ilave edilmiştir. Destilasyon ünitesinin diğer ucuna 25 ml 0,1N H₂SO₄ çözeltisi eklenip erlen içerisinde toplam 150 ml distilat elde edilmiştir. Erleninde biriken bu distilat 0,1N NaOH ile titre edilip sarı renk dönüşümü olana kadar titre edilmiştir. Toplam azot protein değeri hesaplanmıştır (IDF, 2014).

$$\% \text{ Azot (N)} = (A \times 0,0014 \times 100) / \text{Örnek miktarı (g)}$$

$$\% \text{ Ham protein} = \% \text{ Azot (N)} \times 6,38$$

3.2.1.7. Su Aktivitesi Analizi

Peynir örneklerin su aktivitesi (aw) değerinin belirlenmesi için AQUALAB 4TE model su aktivitesi cihazı kullanılmıştır (Lang ve Sternberg, 1980).

3.2.1.8. Asitlik Tayini (% laktik asit cinsinden)

10 g peynir numunesi 90 ml saf su ile karıştırılıp balon jojeye aktarılmıştır. Daha sonra bu süzüntüden adi filtre kâğıdı kullanılarak süzme işlemi tamamlanmıştır. Elde

edilen süzüntüden 25 ml alınmıştır. Ardından 0.1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya fenolftalein indikatörü eşliğinde kadar titre edilmiştir. Harcanan 0.1 N NaOH miktarı aşağıdaki formül kullanılarak % asitlik miktarı hesaplanmıştır (Tekinşen ve ark., 2001).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%)} = (C \times 0.019 / P) \times 100$$

C= Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH (ml)

P= Titrasyonda kullanılan örnek miktarı (g)

3.2.1.9. Renk Analizi

Örneklerin renk analizi (CIE L*a*b*) Minolta CR-400 renk cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Cihazın probu peynir örneklerinin kesit yüzeylerine uygulanarak CIE (L*, a*, b*) renk ölçüm skalasına göre toplam renk değişimi ölçülmüştür. Bu skalaya göre L* değeri 0-100 arasında koyuluk (0'a doğru) ve parlaklık (100'e doğru), a* değeri kırmızılık (+a) ve yeşillik (-a), b* değeri ise sarılık (+b) ve mavilik (-b) olarak ifade edilmektedir (Robertson ve ark., 1985).

3.2.2. Peynir Örneklerinde Mikrobiyolojik Analizler

3.2.2.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakterilerin Sayımı

Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısının saptanmasında Plate Count Agar'a (PCA) ekimler yapılmış, plaklar aerob ortamda 30 °C'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan tüm koloniler sayılmıştır (Tabla ve Roa 2022).

3.2.2.2. Toplam Aerobik Psikrofil Bakterilerin Sayımı

Toplam aerobik psikrofil bakteri sayısının saptanmasında Plate Count Agar'a (PCA) ekimler yapılmış, plaklar aerob ortamda 4 °C'de 7-14 günlük inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan tüm koloniler sayılmıştır (Erkmen, 2010).

3.2.2.3. *Lactobacillus* Cinsi Bakterilerin Sayımı

Lactobacillus spp. bakterilerinin sayımında de Man Rogosa Sharpe Agar (MRS) besiyeri kullanılmıştır. Plaklar 37 ± 1 °C'de 72 saatlik inkübasyon sonucunda değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

3.2.2.4. Koliform Bakteri Sayımı

Violet Red Bile Agar (VRBA)'a ekim yapılmış plaklar aerob ortamda 37°C'de 24-48 saatlik inkübasyon sonrası oluşan koyu kırmızı koloniler (dip kısmında presipitasyon şeklinde) koliform bakteri olarak değerlendirilmiştir (Kasımoğlu ve ark., 2004).

3.2.2.5. Maya ve Küf Sayımı

Besiyeri olarak % 10'luk tartarik asit kullanılarak pH değeri 3.5'e ayarlanmış olan Rose Bengal Chloramphenicol Agar (RBC) kullanılmıştır. Plaklar 22 ± 1 °C'de 5 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Tabla ve Roa 2022).

3.2.3. Aroma Profili Analizi

Dondurulmuş (-20°C) peynir numunelerinden yaklaşık 5 g tartılmıştır. Daha sonra peynir örnekleri rendelenip 20 ml'lik vial alınmıştır. Daha sonra vial 50°C ye ayarlanan inkübatörde 30 d tutulmuştur. Uçucu maddelerin ekstraksiyonunda çözücüsüz teknik kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi 75 µm carboxen polydimethylsiloxane fiber (superco SPME fiber, 75 µm carboxenTM-PDMS, Bellefonte, USA) vial enjeksiyonu ile gerçekleştirerek ve 50°C'de 2 d (absorbsiyon) tepe boşluğuna (headspace) tutulmuştur. Daha sonra enjektör 250°C'de 2 d uçucu pozisyonunda tutularak desorpsiyon yapılmıştır. Bileşenlerin ayrıştırılmasında DB-Wax kolonu (30 m, 0.25 mm, 0.25 µm) kullanılmıştır. Peynirdeki uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sisteminden yararlanılmıştır. Tespit edilen aroma maddelerinin tanımlanmasında daha önce MS'ye yüklenmiş olan NIST ve WİLEY kütüphanelerinin

veri tabanları kullanılmıştır. Peynirdeki uçucu bileşiklerin miktarları, sisteme örnekle birlikte verilen iç standarttın (2-metil-3-heptanon) pik alanına göre yarı-kantitatif analiz yapılarak hesaplanmıştır (Gutnov ve ark., 2024; Zheng ve ark., 2024).

3.2.3.1. Örneklerin Ekstraksiyon ve Esterleştirme Yöntemi

Yaklaşık 3 g peynir örneği hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra üzerine kloroform-metanol (2:1, v/v) karışımından 25 ml ilave edilmiştir. Üzerine % 10'luk NaCl çözeltisinden 20 ml eklenip 15 d vorteksleme işlemi yapılmıştır. Pipet yardımıyla altta toplanan kloroform+yağ karışımı dikkatli bir şekilde alınmıştır. Suyu uzaklaştırmak için sodyum sülfat ilave edilip süzme işlemi yapılmıştır. Döner buharlaştırıcı kullanarak kloroform ortamdan uzaklaştırılmıştır. Esterleşme işlemi için kalan yağın üzerine 4 ml hekzan ve 2N 0,04 ml potasyum hidroksit ilave edilerek 2 d boyunca vorteksleme işlemi yapılmıştır. Yarım saat dinlendirilmiştir. Üstte biriken fazın viallere alım işlemi yapılmıştır (Gutnov ve ark., 2024; Zheng ve ark., 2024).

3.2.4. Duyusal Analizler

Üretimi gerçekleştirilen otlu peynirin duyusal değerlendirilmesi Atatürk Üniversitesi Veteriner Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan panelistler tarafından yapılmıştır. Tekinşen ve Keleş, (1994) tarafından belirtilen kriterler çerçevesinde numunelerin lezzet, tekstür, görünüm ve renk nitelikleri toplam 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir (Tekinşen ve Keleş, 1994).

3.2.5. İstatistik Analiz

Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı (IBM SPSS Statistics 20) kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada peynirlerin olgunlaşma süresince belirlenen değerlerine “one way-ANOVA” ile SPSS programında varyans analizi yapılmış ve anlamlı bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. Peynir Örneklerinin pH Değerleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen pH değerlerine ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.1’de, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1 incelendiğinde, peynir örneklerinin pH değerlerinde olgunlaşma süresince azalma olduğu ve %3 sirmo otu içeren gruptaki azalmanın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Peynir gruplarının pH değerleri olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Araştırmada, en yüksek pH değeri kontrol grubu örneklerinde 0. günde (6.04 ± 0.49), en düşük değer ise %3 sirmo otu içeren grupta 90. günde (5.16 ± 0.10) tespit edilmiştir.

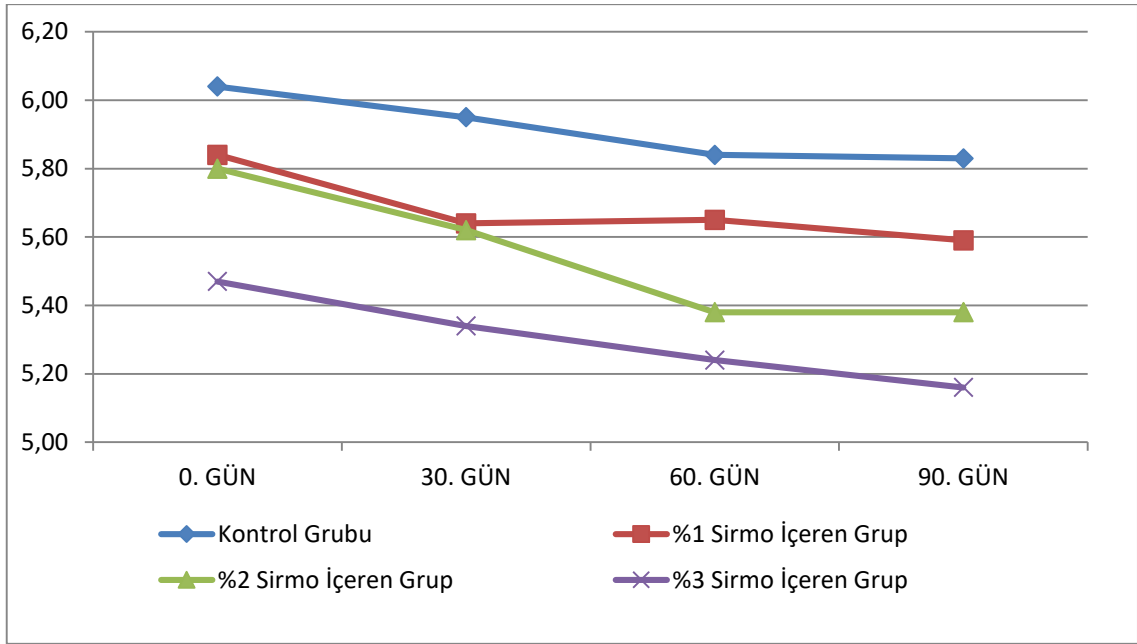
Tablo 4.1. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	6.04 $\pm$ 0.49	5.84 $\pm$ 0.48	5.80 $\pm$ 0.50	5.47 $\pm$ 0.26A	0.83	0.51
30	5.95 $\pm$ 0.49	5.64 $\pm$ 0.45	5.62 $\pm$ 0.42	5.34 $\pm$ 0.18AB	1.11	0.40
60	5.84 $\pm$ 0.47	5.65 $\pm$ 0.44	5.38 $\pm$ 0.32	5.24 $\pm$ 0.11AB	1.69	0.25
90	5.83 $\pm$ 0.43a	5.59 $\pm$ 0.38ab	5.38 $\pm$ 0.29ab	5.16 $\pm$ 0.10Bb	2.69*	0.04
F değeri	0.13	0.19	0.81	2.77*		
P	0.94	0.90	0.52	0.03		

*: $p<0.05$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.1. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerleri

4.1.2. Peynir Örneklerinin Kuru Madde Değerleri

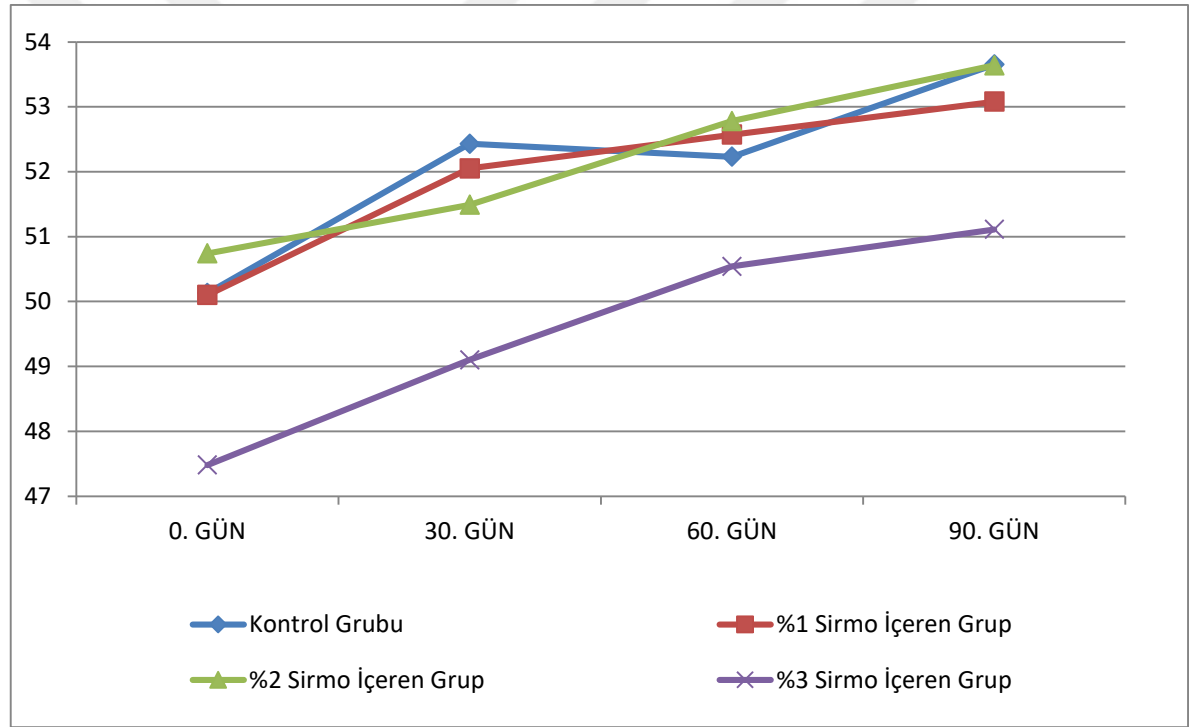
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen kuru madde oranlarına ait bulgular, ortalama (%) ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.2’de, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.2’de verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde, peynir örneklerinin kuru madde içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artışlar, kontrol ve %1 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Araştırmada, en yüksek kuru madde değeri kontrol grubu örneklerinin 90. gününde (53.65 ± 1.11), en düşük değer ise %3 sirmo otu içeren grubun 0. gününde (47.48 ± 2.01) tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde değerleri (Ort±SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	50.13±1.04B	50.10±0.61B	50.74±1.02	47.48±2.01	1.29	0.34
30	52.43±0.71AB	52.05±0.73AB	51.49±1.29	49.10±1.72	1.58	0.27
60	52.23±0.18AB	52.57±0.81AB	52.78±0.71	50.54±1.63	1.07	0.41
90	53.65±1.11A	53.08±1.50A	53.64±0.67	51.11±1.13	1.42	0.30
F değeri	3.00*	2.86*	1.82	0.96		
P	0.04	0.04	0.22	0.46		

*:p<0.05

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.2. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde değerleri

4.1.3. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Kül Değerleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen kuru maddede kül oranlarına ait bulgular, ortalama (%) ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.3’te, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.3’de verilmiştir. Tablo 4.3 incelendiğinde, peynir örneklerinin kuru maddede kül içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu

görülmüştür. Bu artışlar, %1, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru maddede kül içeriğinde olgunlaşmanın 0. ve 30. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük kuru maddede kül değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde % 10.95 ± 0.62 ile kontrol grubu peynirinde, en yüksek kuru maddede kül değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde % 14.05 ± 0.60 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir.

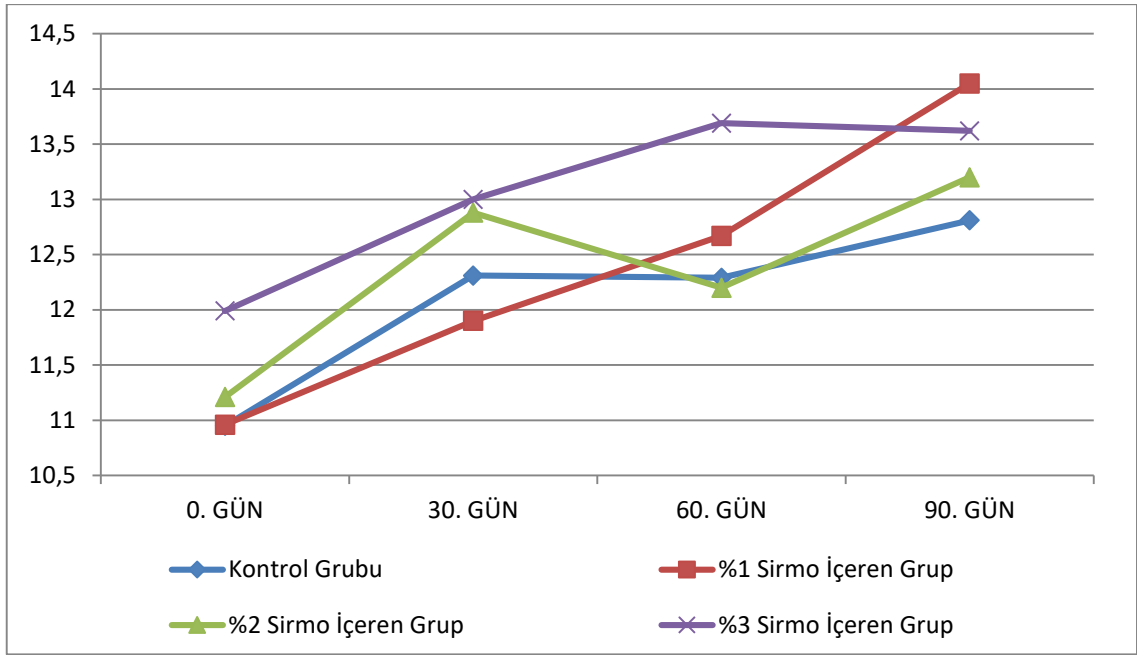
Tablo 4.3. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede kül değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	10.95 $\pm$ 0.62b	10.96 $\pm$ 0.30Cb	11.21 $\pm$ 0.31Bab	11.99 $\pm$ 0.37Ba	4.10*	0.04
30	12.31 $\pm$ 0.26ab	11.90 $\pm$ 0.03Bb	12.88 $\pm$ 0.36Aa	13.00 $\pm$ 0.67Aa	4.90*	0.03
60	12.29 $\pm$ 1.01	12.67 $\pm$ 0.65B	12.20 $\pm$ 0.74AB	13.69 $\pm$ 0.38A	2.61	0.12
90	12.81 $\pm$ 1.08	14.05 $\pm$ 0.60A	13.20 $\pm$ 0.60A	13.62 $\pm$ 0.21A	1.77	0.23
F değeri	2.87	23.43**	8.17**	9.70**		
P	0.10	0.01	0.01	0.01		

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.3. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede kül değerleri

4.1.4. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Tuz Değerleri

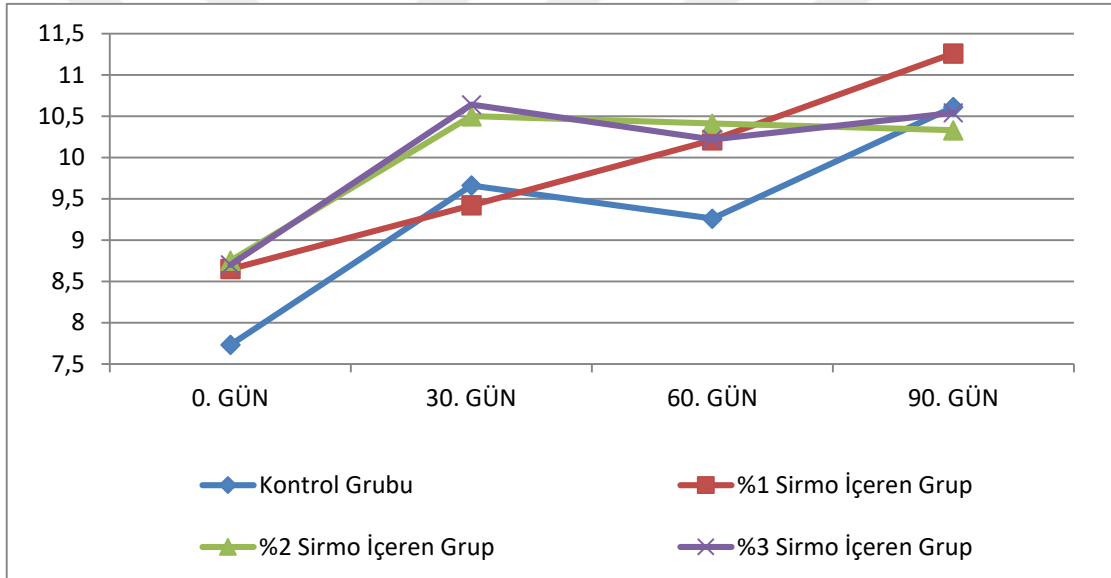
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen kuru maddede tuz oranlarına ait bulgular, ortalama (%) ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.4’te, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.4’te verilmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde, peynir örneklerinin kuru maddede tuz içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, kontrol grubu ve %1 sirmo otu içeren grupta çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru maddede tuz içeriğinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük kuru maddede tuz değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde 7.73 ± 0.66 ile kontrol grubu peynirde, en yüksek kuru maddede tuz değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde 11.26 ± 0.32 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz değerleri (Ort±SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	7.73±0.66B	8.65±0.39C	8.75±0.28	8.70±0.40	3.45	0.07
30	9.66±0.24A	9.42±0.42BC	10.50±1.36	10.64±1.42	1.07	0.42
60	9.26±0.24A	10.21±0.87B	10.41±0.82	10.22±1.71	0.74	0.56
90	10.61±1.22A	11.26±0.32A	10.33±1.04	10.54±0.14	0.71	0.57
F değeri	8.48**	12.67**	2.26	1.90		
P	0.01	0.01	0.16	0.21		

** : p<0.01

Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.4. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz değerleri

4.1.5. Peynir Örneklerinin Kuru Maddede Yağ Değerleri

Farklı oranlarda sirmo otu kullanılarak üretilen otlu peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen kuru maddede yağ değerlerine ait bulgular, ortalama (%) ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.5’te, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.5’de verilmiştir. Tablo 4.5’te incelendiğinde, peynir örneklerinin kuru maddede yağ içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle

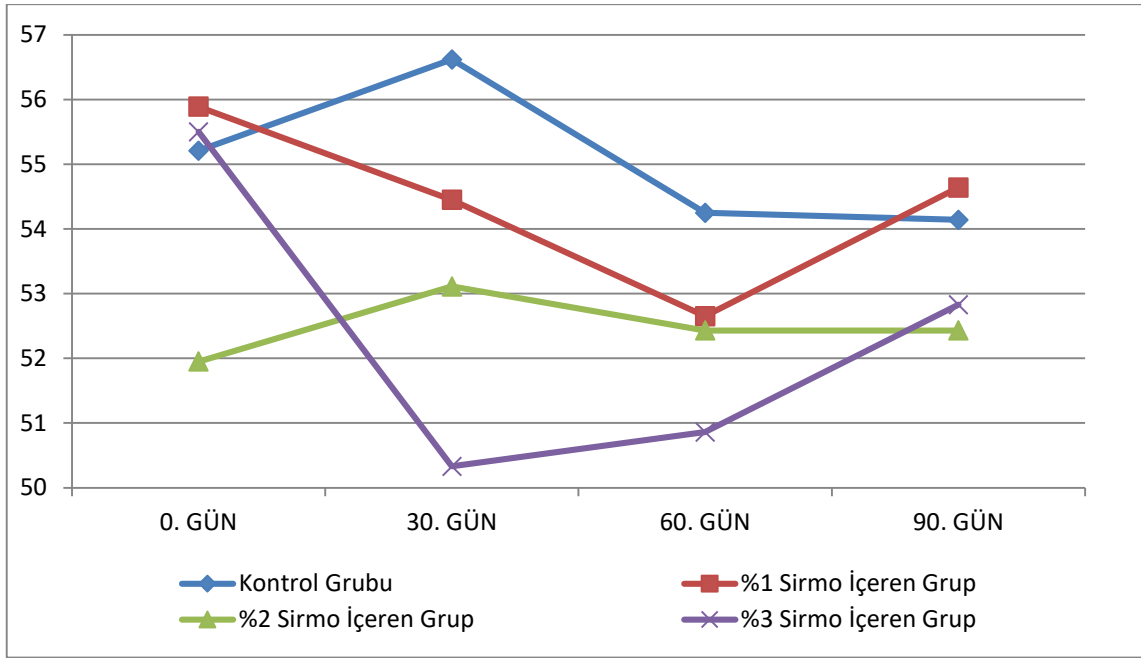
dalgali bir seyir saptanmıştır. Ayrıca %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilen değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru maddede yağ içeriğinde olgunlaşmanın 30. gününde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir rnekleri arasında en düşük kuru maddede yağ değeri olgunlaşma süresinin 30. gününde %50.33±2.70 ile % 3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek kuru maddede yağ değeri ise 30. günde % 56.62±2.26 ile kontrol grubu peynirlerde tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince kuru maddede yağ değerleri (Ort±SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	55.22±0.99	55.88±1.55	52.09±2.47	55.40±0.70A	3.58	0.07
30	56.62±2.26a	54.45±1.67ab	53.11±2.18ab	50.33±2.70Bb	4.41*	0.04
60	54.20±0.70	52.65±1.75	52.52±1.21	50.83±2.04B	2.48	0.14
90	54.14±3.78	54.64±0.43	52.23±2.66	52.83±0.80AB	0.67	0.59
F değeri	0.77	2.53	0.13	5.57*		
P	0.54	0.13	0.92	0.02		

*: $p<0.05$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.5. Deneysel peynir örneklerinde olgunlaşma süresince kuru maddede yağ değerleri

4.1.6. Peynir Örneklerinin Protein Değerleri

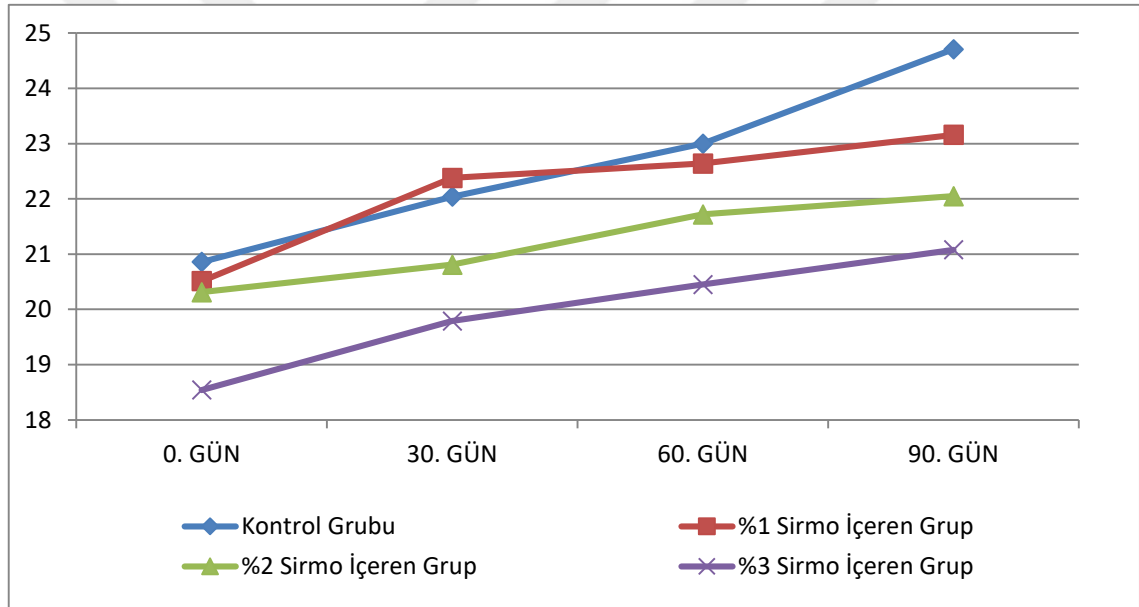
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen protein değerlerine ait bulgular, ortalama (%) ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.6’da, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.6’da verilmiştir. Tablo 4.6 incelendiğinde, peynir örneklerinin protein içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, kontrol, %1 ve %2 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olurken, %3 sirmo otu içeren grupta görülen artış ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının protein içeriğinde olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük protein değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde 18.54 ± 0.73 ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek protein değerinin ise olgunlaşma süresinin 90. gününde 24.71 ± 0.33 ile kontrol grubu peynirlerde tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince protein değerleri (Ort±SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	20.86±0.54Ca	20.51±0.74Ba	20.31±0.32Ba	18.54±0.73Bb	8.64**	0.01
30	22.04±0.84Bab	22.38±0.91Aa	20.81±0.16Bbc	19.79±0.97ABc	6.74**	0.01
60	23.00±0.64Ba	22.64±0.93Aa	21.72±0.28Ab	20.45±0.54Ac	19.59**	0.01
90	24.71±0.33Aa	23.16±0.55Ab	22.05±0.58Aab	21.08±1.11Ac	14.58**	0.01
F değeri	20.69**	8.57**	16.65**	5.60*		
P	0.01	0.01	0.01	0.02		

*,p<0.05, **: p<0.01

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.6. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince protein değerleri

4.1.7. Peynir Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen su aktivitesi değerlerine ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.7’de, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.7’de verilmiştir. Tablo 4.7 incelendiğinde, peynir örneklerinin su aktivitesi değerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalış olduğu tespit edilmiştir. Bu azalış, %3 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

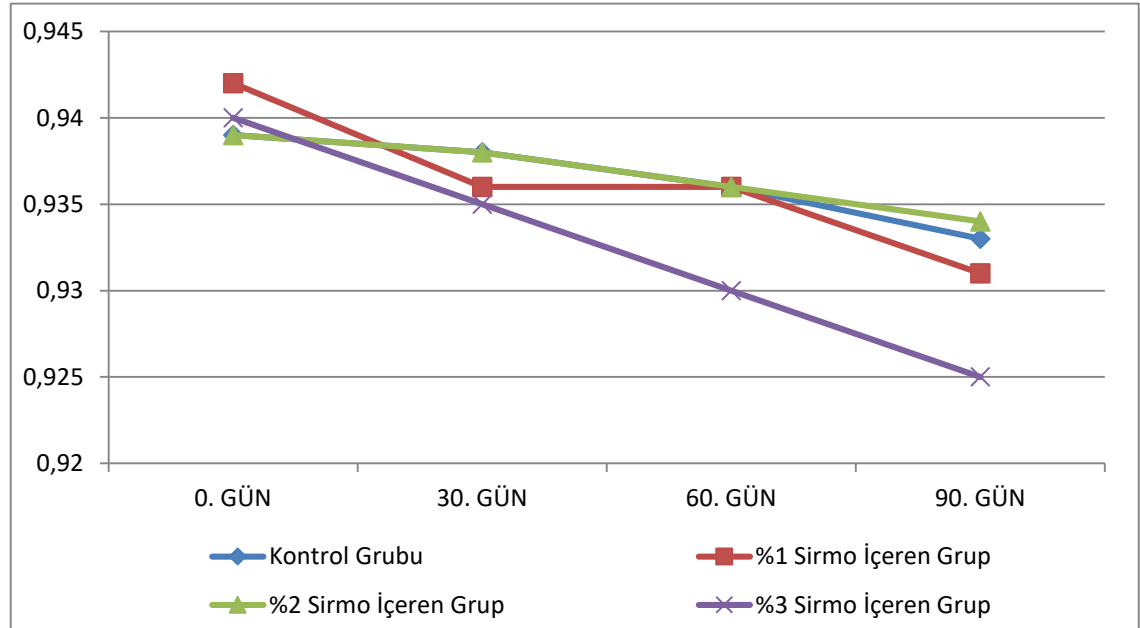
Peynir gruplarının su aktivitesi değerinde olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli farklılık ($p<0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, peynir gruplarında en düşük su aktivitesi değerinin olgunlaşma süresinin, 90. gününde 0.925 ± 0.01 ile %3 sirmo otu içeren peynirinde, en yüksek su aktivitesi değeri ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 0.942 ± 0.01 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	0.939 $\pm$ 0.01	0.942 $\pm$ 0.01	0.939 $\pm$ 0.01	0.940 $\pm$ 0.01A	0.15	0.92
30	0.938 $\pm$ 0.01	0.936 $\pm$ 0.01	0.938 $\pm$ 0.01	0.935 $\pm$ 0.01AB	0.22	0.88
60	0.936 $\pm$ 0.01	0.936 $\pm$ 0.01	0.936 $\pm$ 0.01	0.930 $\pm$ 0.01B	1.21	0.37
90	0.933 $\pm$ 0.01a	0.931 $\pm$ 0.01ab	0.934 $\pm$ 0.01a	0.925 $\pm$ 0.01Bb	4.51*	0.04
F değeri	3.49	3.12	0.30	6.02*		
P	0.07	0.09	0.82	0.02		

*: $p<0.05$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.7. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerleri

4.1.8. Peynir Örneklerinin Asitlik Değerleri

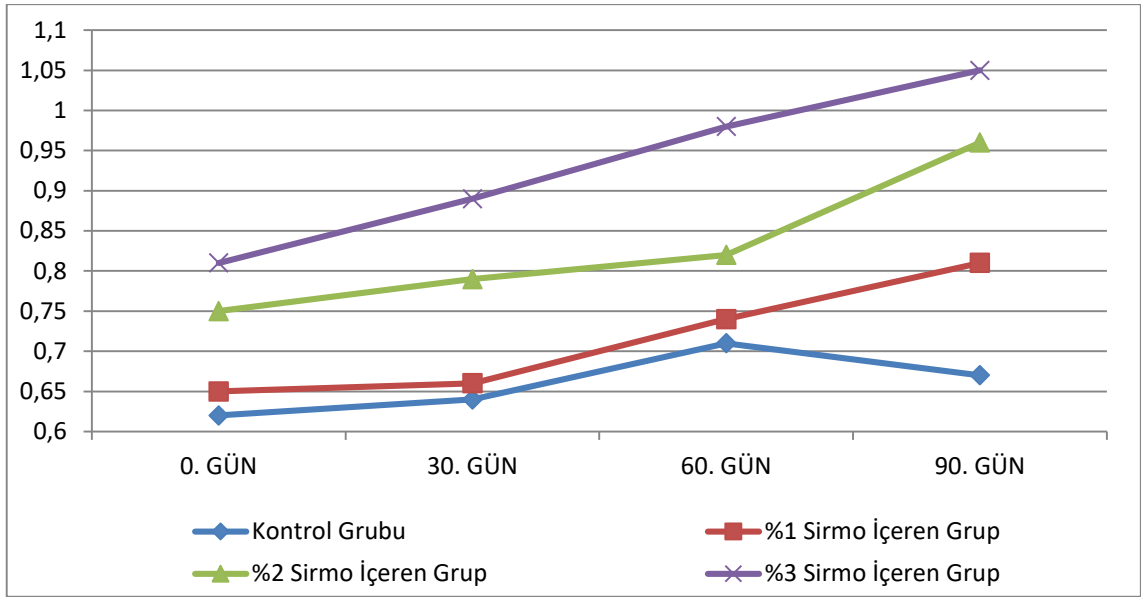
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen titrasyon asitliği değerlerine ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.8’de, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Tablo 4.8 incelendiğinde, peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük titrasyon asitliği değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde 0.62 ± 0.01 ile kontrol grubu peynirlerde, en yüksek titrasyon asitliği değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde 1.05 ± 0.05 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir.

Tablo 4.8. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	0.62 $\pm$ 0.01Cc	0.65 $\pm$ 0.01Cc	0.75 $\pm$ 0.01Cb	0.81 $\pm$ 0.01Da	60.65**	0.01
30	0.64 $\pm$ 0.01Cc	0.66 $\pm$ 0.01Cc	0.79 $\pm$ 0.01BCb	0.89 $\pm$ 0.01Ca	266.71**	0.01
60	0.71 $\pm$ 0.01Ad	0.74 $\pm$ 0.01Bc	0.82 $\pm$ 0.01Bb	0.98 $\pm$ 0.01Ba	302.92**	0.01
90	0.67 $\pm$ 0.01Bd	0.81 $\pm$ 0.01Ac	0.96 $\pm$ 0.02Ab	1.05 $\pm$ 0.05Aa	61.62**	0.01
F değeri	22,88**	89,52**	28,74**	39,53**		
P	0.01	0.01	0.01	0.01		

**: $p<0.01$

Aynı satırda (a-d, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-D, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.8. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerleri

4.1.9. Peynir Örneklerinin L* Değerleri

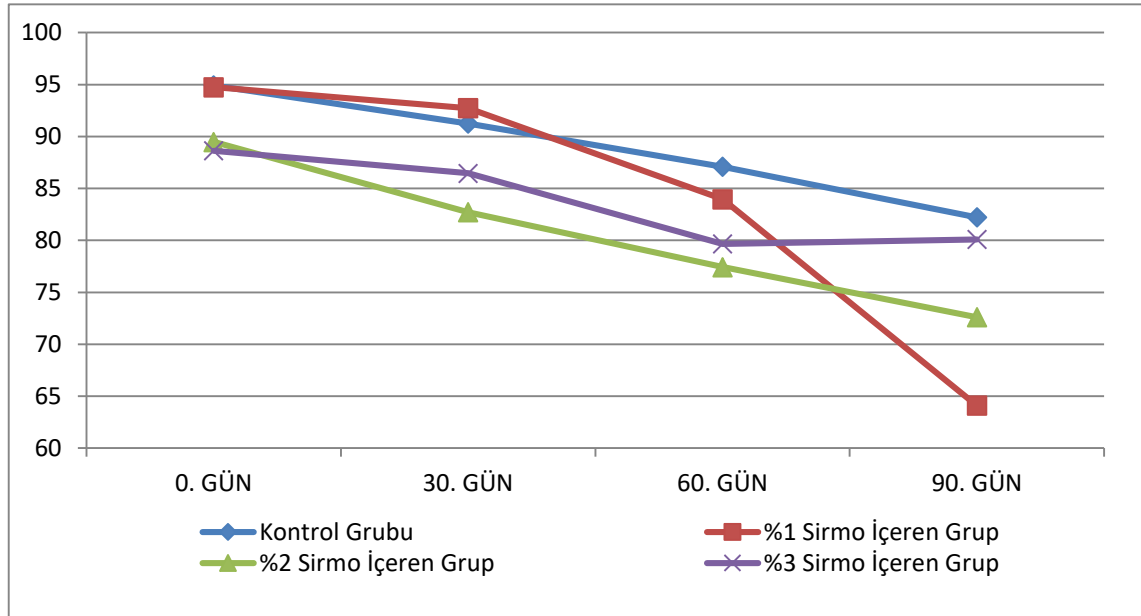
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen L* değeri sonuçlarına ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.9’da, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.9’da verilmiştir. Tablo 4.9 incelendiğinde, peynir örneklerinin L* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma, %1 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının L* değeri olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu saptanmıştır. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük L* değerinin olgunlaşma periyodunun, 90. gününde 64.10 ± 0.65 ile %1 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek L* değerinin ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 94.92 ± 3.14 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.9. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince L* değerleri (Ort±SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	94.92±3.14	94.75±3.29A	89.48±2.28	88.63±6.83	1.86	0.21
30	91.26±4.11	92.73±4.56AB	82.72±8.35	86.46±3.69	2.08	0.18
60	87.09±5.26	83.97±6.27B	77.44±7.59	79.66±4.29	1.57	0.27
90	82.22±7.08a	64.10±0.65Cc	72.61±5.10bc	80.10±3.33ab	9.22**	0.01
F değeri	3.43	14.89**	3.30	2.91		
P	0.07	0.01	0.08	0.10		

**p<0.01

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.

**Şekil 4.9.** Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince L* değerleri

4.1.10. Peynir Örneklerinin a* Değerleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen a* değeri sonuçlarına ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.10’da, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.10’da verilmiştir. Tablo 4.10 incelendiğinde, peynir örneklerinin a* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir izlemiştir. Ayrıca %2 sirmo otu içeren grupta tespit edilen artış istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Olgunlaşma süresince peynir gruplarının a* değerleri arasındaki farklılıkların

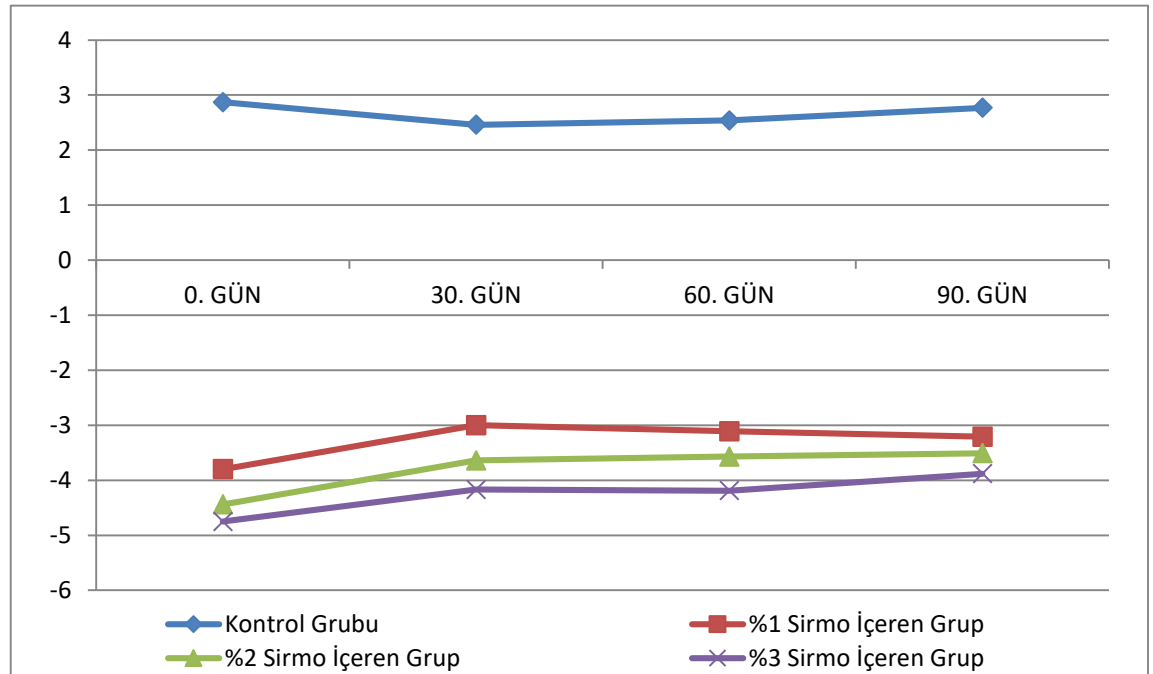
istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Araştırmada, peynir gruplarında en yüksek a* değerinin olgunlaşma periyodunun, 0. gününde 2.87 ± 0.69 ile kontrol grubu peynirlerde, en düşük a* değerinde ise olgunlaşma süresinin 0. gününde -4.75 ± 0.67 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir.

Tablo 4.10. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince a* değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	$2.87 \pm 0.69b$	$-3.80 \pm 0.75ab$	$-4.44 \pm 0.56Ba$	$-4.75 \pm 0.67a$	4.64*	0.04
30	$2.46 \pm 0.50c$	$-3.00 \pm 0.41bc$	$-3.64 \pm 0.20Aab$	$-4.17 \pm 0.19a$	13.48**	0.01
60	$2.54 \pm 0.58c$	$-3.11 \pm 0.24bc$	$-3.57 \pm 0.29Aab$	$-4.19 \pm 0.53a$	7.72**	0.01
90	$2.77 \pm 0.48c$	$-3.21 \pm 0.29bc$	$-3.51 \pm 0.28Aab$	$-3.88 \pm 0.22a$	6.31*	0.02
F değeri	0.34	1.96	4.45*	1.73		
P	0.80	0.20	0.04	0.24		

*,p<0.05, **,p<0.01

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.10. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince a* değerleri

4.1.11. Peynir Örneklerinin b* Değerleri

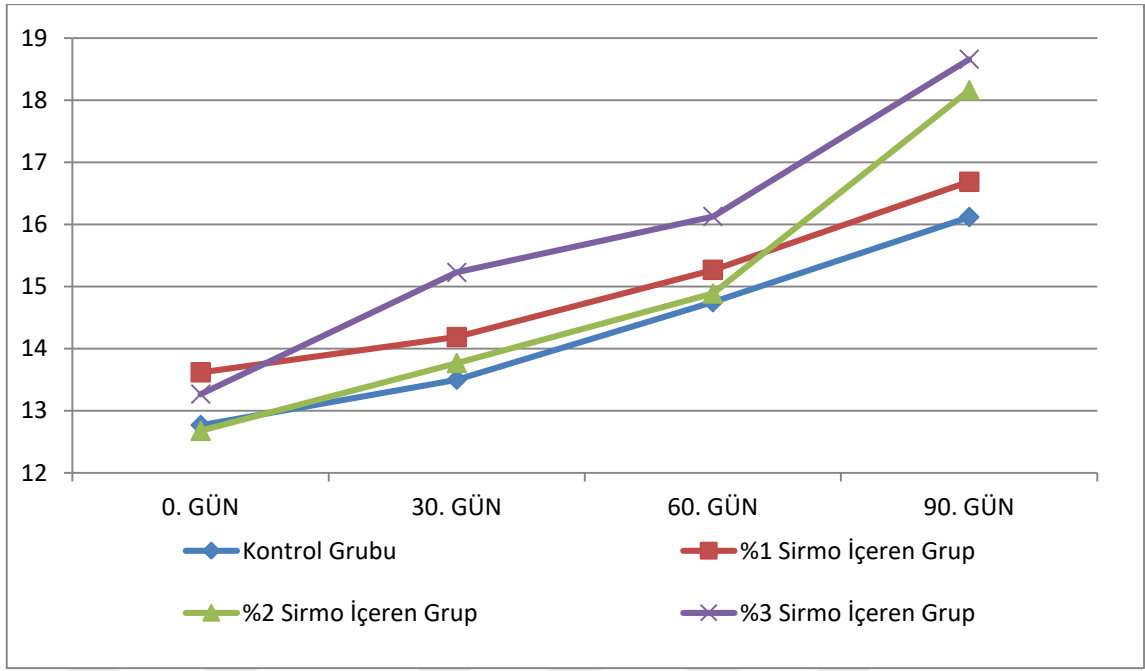
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen b* değerleri sonuçlarına ait bulgular, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.11’de, bu bulguları gösteren grafik ise Şekil 4.11’de verilmiştir. Tablo 4.11 incelendiğinde, peynir örneklerinin b* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca bir artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının b* değerinin olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Araştırmada, peynir gruplarında en yüksek b* değerinin olgunlaşma periyodunun, 90. gününde 18.66 ± 1.19 ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde yine en düşük b* değerinin olgunlaşma süresinin 0. gününde 12.68 ± 0.12 ile %2 sirmo otu içeren grupta olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.11. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince b* değerleri (Ort $\pm$ SS)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	12.77 $\pm$ 0.18C	13.62 $\pm$ 0.51C	12.68 $\pm$ 0.12B	13.27 $\pm$ 0.87C	1,40	0.31
30	13.50 $\pm$ 0.18B	14.19 $\pm$ 0.17BC	13.77 $\pm$ 1.52B	15.23 $\pm$ 0.95B	2,02	0.19
60	14.75 $\pm$ 0.26B	15.27 $\pm$ 0.65AB	14.89 $\pm$ 1.71B	16.13 $\pm$ 0.39B	1,02	0.43
90	16.12 $\pm$ 0.52Ac	16.69 $\pm$ 0.32Abc	18.16 $\pm$ 1.15Aab	18.66 $\pm$ 1.19Aa	4,46*	0.04
F değeri	21,06**	8,94**	10,20**	18,55**		
P	0.01	0.01	0.01	0.01		

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.11. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince b* değerleri

4.2. Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1. Peynir Örneklerinin Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı

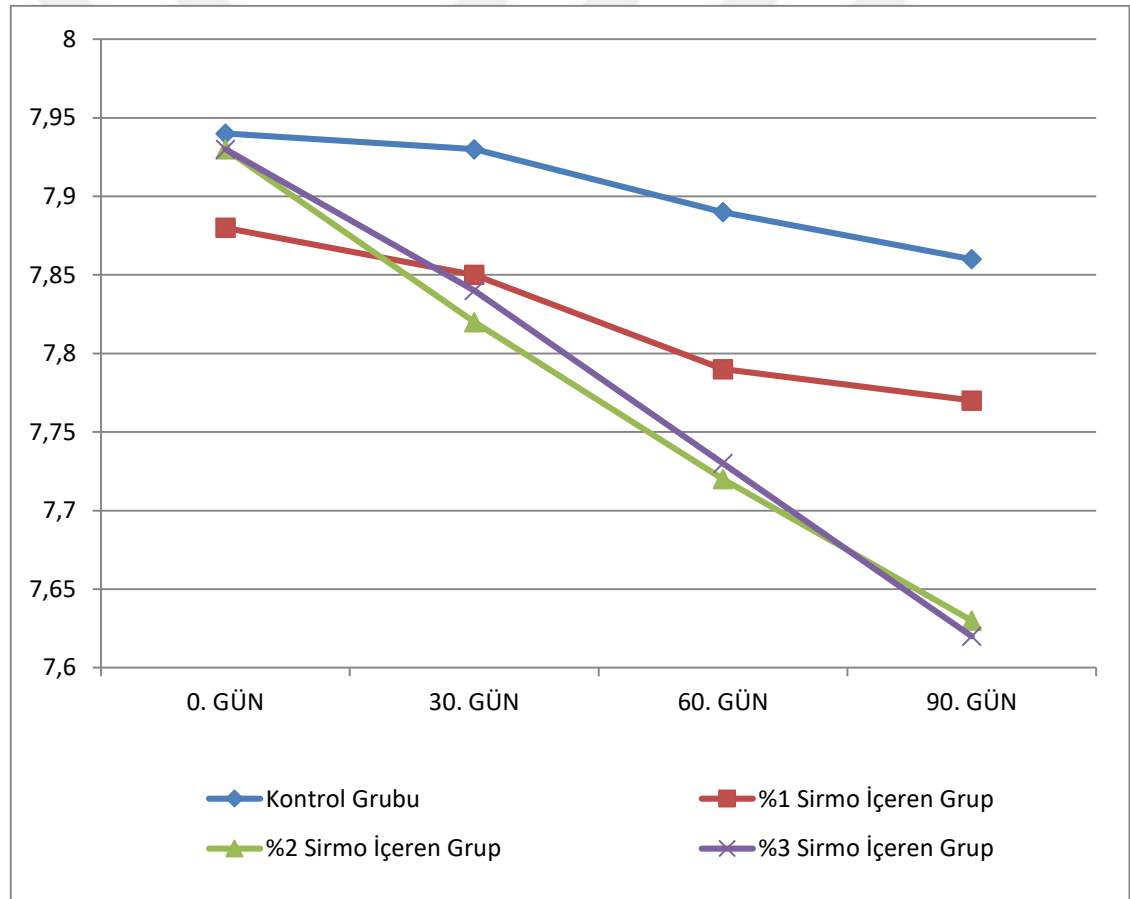
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.12’de, bu sayıları gösteren grafik ise Şekil 4.12’de verilmiştir. Tablo 4.12 incelendiğinde, peynir örneklerinin TAMB sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalma, %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının TAMB sayılarında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Peynir örnekleri arasında en düşük TAMB sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 7.62 ± 0.21 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek TAMB sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 7.94 ± 0.03 log cfu/g ile kontrol grubu peynirlerinde tespit edilmiştir.

Tablo 4.12. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik mezofilik bakterileri sayısı (log cfu/g)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	7.94±0.03	7.88±0.66	7.93±0.04	7.93±0.06A	0.55	0.66
30	7.93±0.07	7.85±0.07	7.82±0.12	7.84±0.09AB	0.80	0.53
60	7.89±0.05	7.79±0.10	7.72±0.17	7.73±0.13AB	1.23	0.36
90	7.86±0.04	7.77±0.15	7.63±0.26	7.62±0.21B	1.31	0.34
F değeri	1.25	0.78	1.88	2.97*		
P	0.35	0.54	0.21	0.04		

*:p<0.05

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.12. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları

4.2.2. Peynir Örneklerinin Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı

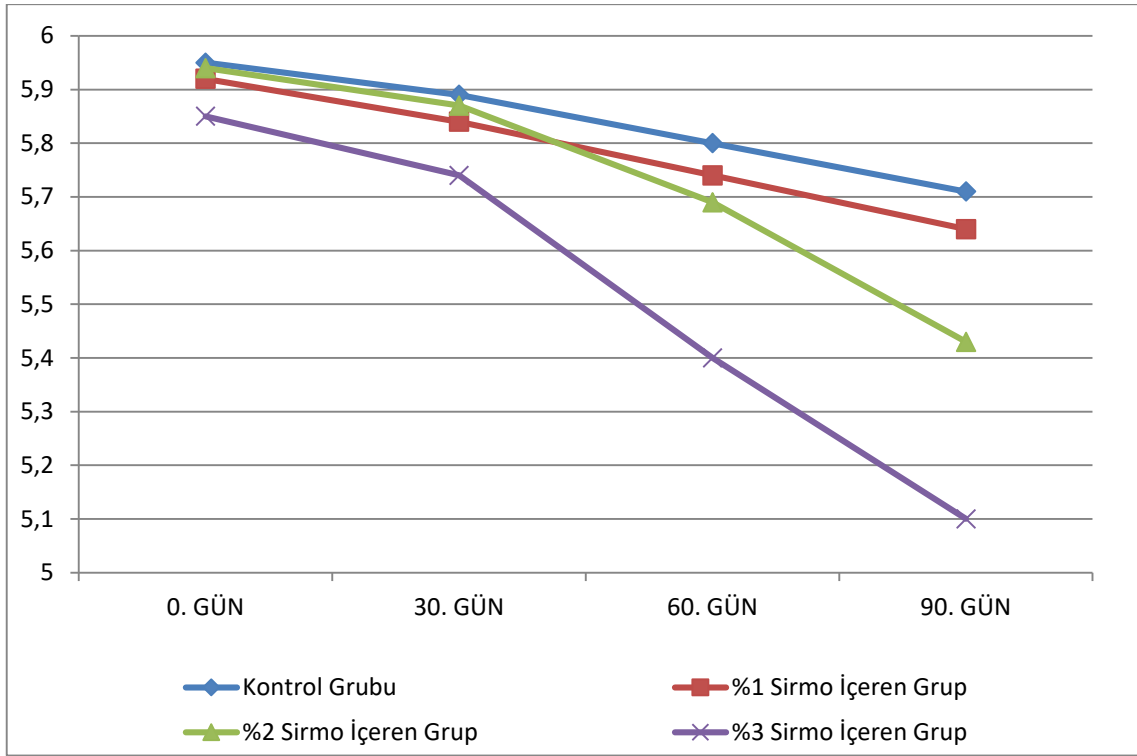
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.13’te, bu sayıları gösteren grafik ise Şekil 4.13’te verilmiştir. Tablo 4.13 incelendiğinde, peynir örneklerinin TAPB sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalışlar, kontrol, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının TAPB sayılarında olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli farklılık ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Peynir örnekleri arasında en düşük TAPB sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 5.10 ± 0.38 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek TAPB sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 5.95 ± 0.09 log cfu/g ile kontrol grubu peynirlerinde tespit edilmiştir.

Tablo 4.13. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı (log cfu/g)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	$5.95\pm0.09A$	5.92 ± 0.18	$5.94\pm0.24A$	$5.85\pm0.16A$	0.18	0.91
30	$5.89\pm0.08A$	5.84 ± 0.17	$5.87\pm0.25A$	$5.74\pm0.15A$	0.44	0.73
60	$5.80\pm0.09ABa$	$5.74\pm0.16ab$	$5.69\pm0.14ABab$	$5.40\pm0.28ABb$	3.89*	0.04
90	$5.71\pm0.08Ba$	$5.64\pm0.13a$	$5.43\pm0.12Bab$	$5.10\pm0.38Bb$	4.85*	0.03
F değeri	4.09*	1.61	3.99*	5.04*		
P	0.04	0.26	0.04	0.03		

*: $p<0.05$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.13. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayıları

4.2.3. Peynir Örneklerinin *Lactobacillus* spp. Sayısı

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen *Lactobacillus* spp. sayıları, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.14’te, bu sayıları gösteren grafik ise Şekil 4.14’te verilmiştir. Tablo 4.14 incelendiğinde, peynir örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmalar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının *Lactobacillus* spp. sayıları olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir örnekleri arasında en düşük *Lactobacillus* spp. sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 6.55 ± 0.13 log cfu/g ile kontrol grubu peynirinde, en yüksek

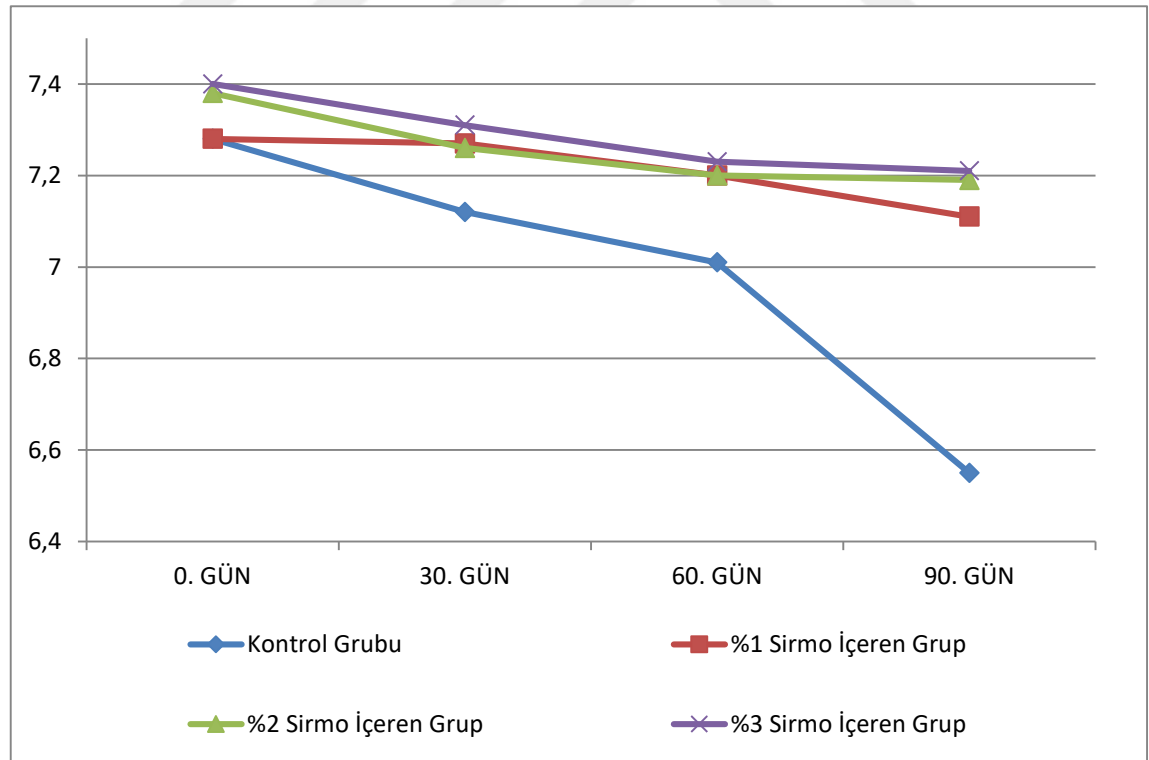
Lactobacillus spp. sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 7.40 ± 0.03 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde tespit edilmiştir.

Tablo 4.14. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince *Lactobacillus* spp. sayısı (log cfu/g)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	7.28±0.02Ab	7.28±0.02Ab	7.38±0.01Aa	7.40±0.02Aa	46.48**	0.01
30	7.12±0.01ABb	7.27±0.01Aa	7.26±0.05Ba	7.31±0.03Ba	24.05**	0.01
60	7.01±0.08ABb	7.20±0.02Ba	7.20±0.01Ca	7.23±0.02Ca	16.86**	0.01
90	6.55±0.13Bb	7.11±0.05Ca	7.19±0.01Ca	7.21±0.01Ca	55.92**	0.01
F değeri	48.11**	20.01**	36.47**	45.58**		
P	0.01	0.01	0.01	0.01		

** : $p < 0.01$

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.14. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince *Lactobacillus* spp. sayısı

4.2.4. Peynir Örneklerinin Koliform Grubu Bakteri Sayısı

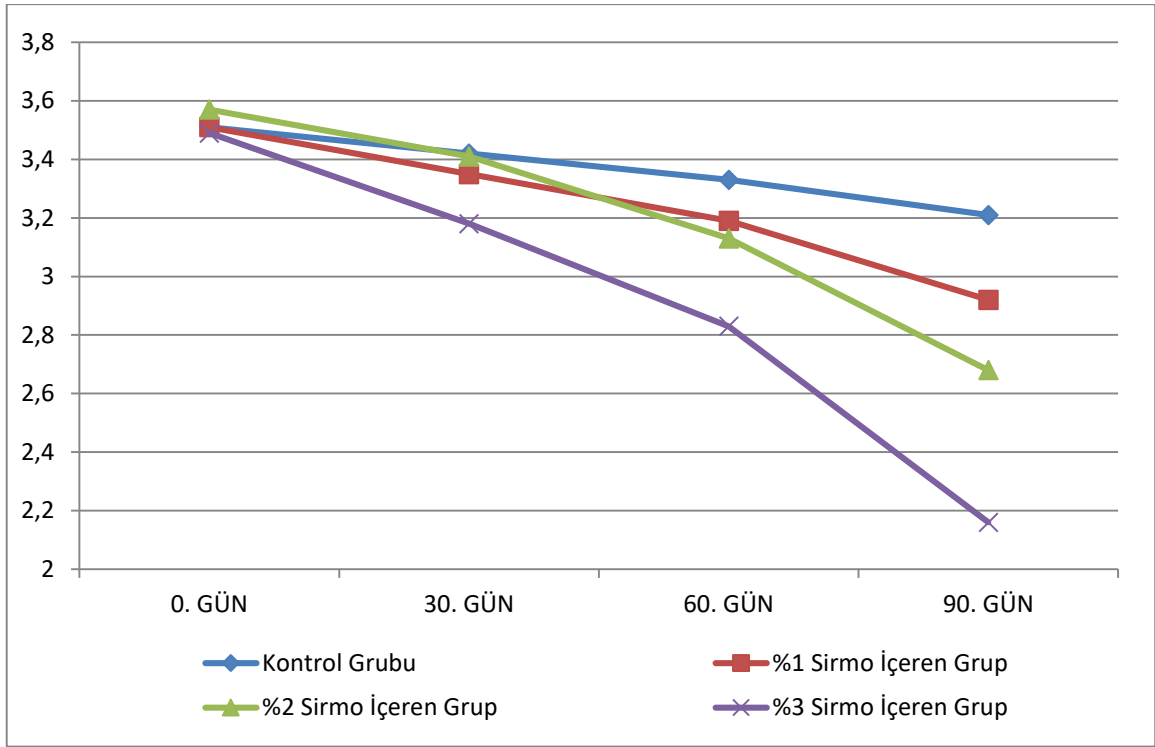
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen koliform grubu bakteri sayısı, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.15’te, bu sayıları gösteren grafik ise Şekil 4.15’te verilmiştir. Tablo 4.15 incelendiğinde, peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayısında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmalar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının koliform grubu bakteri sayılarında olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli farklılık ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Peynir örnekleri arasında en düşük koliform grubu bakteri sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 2.16 ± 0.28 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek koliform grubu bakteri sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 3.52 ± 0.05 log cfu/g ile kontrol peynir grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.15. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince koliform bakteri sayısı (log cfu/g)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	$3.52\pm0.05A$	$3.51\pm0.04A$	$3.51\pm0.04A$	$3.49\pm0.04A$	1.75	0.23
30	$3.42\pm0.05ABa$	$3.35\pm0.07ABa$	$3.41\pm0.05Ba$	$3.18\pm0.03Bb$	12.51**	0.01
60	$3.33\pm0.05BCa$	$3.19\pm0.09Bab$	$3.13\pm0.06Cb$	$2.83\pm0.12Cc$	17.08**	0.01
90	$3.21\pm0.09Ca$	$2.92\pm0.13Cab$	$2.68\pm0.14Db$	$2.16\pm0.28Dc$	19.65**	0.01
F değeri	12.58**	22.35**	66.41**	41.42**		
P	0.01	0.01	0.01	0.01		

**; $p<0.01$

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir. Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.15. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince koliform grubu bakteri sayıları

4.2.5. Peynir Örneklerinin Maya ve Küf Sayısı

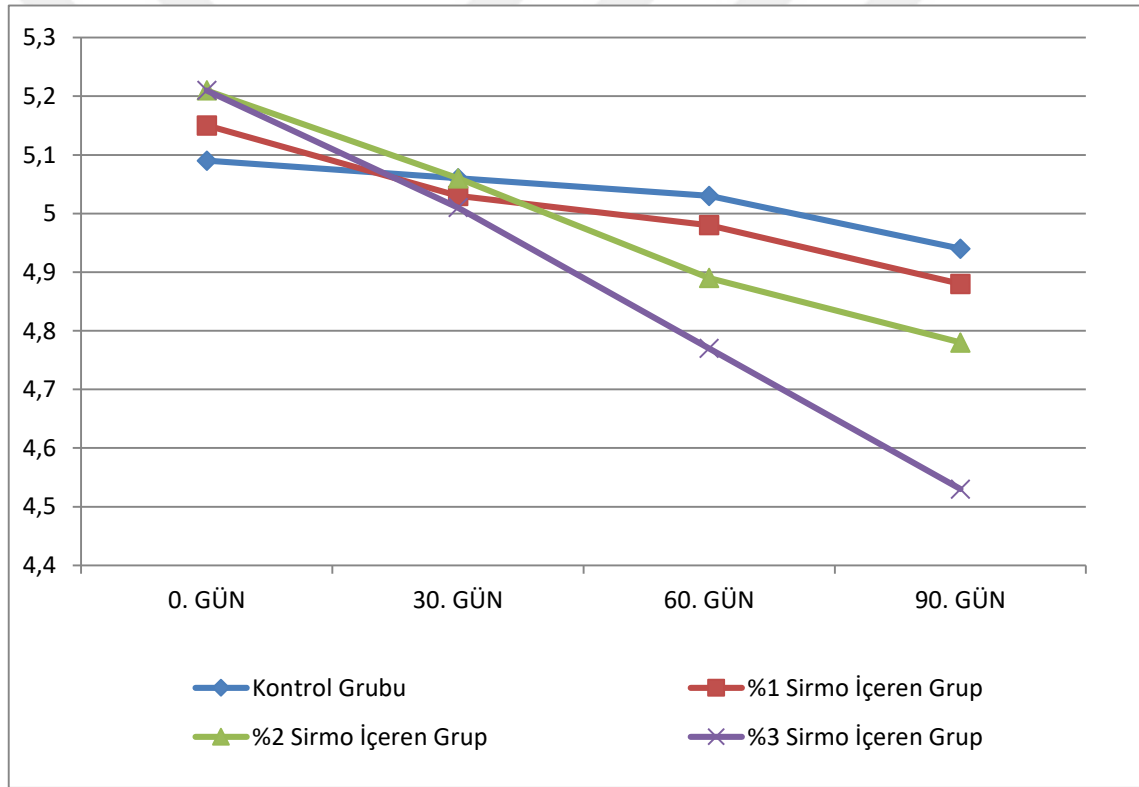
Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma süresince tespit edilen maya ve küf sayıları, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.16’da, bu sayıları gösteren grafik ise Şekil 4.16’da verilmiştir. Tablo 4.16 incelendiğinde, peynir örneklerinin maya ve küf sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalmalar, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının maya ve küf sayılarında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Peynir örnekleri arasında en düşük maya ve küf sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 4.53 ± 0.46 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirde, en yüksek maya ve küf sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 5.15 ± 0.08 log cfu/g ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.16. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf sayısı (log cfu/g)

Zaman	Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren	F değeri	P
0	5.09±0.09	5.15±0.08	5.10±0.05A	5.10±0.04A	1.90	0.21
30	5.06±0.01	5.03±0.18	5.06±0.10AB	5.01±0.16AB	0.09	0.96
60	5.03±0.12	4.98±0.18	4.89±0.18AB	4.77±0.32AB	0.84	0.51
90	4.94±0.15	4.88±0.22	4.78±0.27B	4.53±0.46B	1.07	0.41
F değeri	1.10	1.28	4.44*	3.98*		
P	0.40	0.34	0.04	0.04		

*:p<0.05

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.



Şekil 4.16. Deneysel peynir örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf değerlerindeki değişimler

4.3. Peynir Örneklerinin Duyusal Analiz Değerleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinin 4 °C’de 90 günlük olgunlaşma periyoduna bağlı duyusal analiz değerine ait puanlar, ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.17’de verilmiştir. Peynirde kantitatif tanımlayıcı analiz puanlama formu EK-3’te verilmiştir. Tablo 4.17 incelendiğinde; kontrol grubu peynirlerde en yüksek lezzet puanı olgunlaşma periyodunun 30. ve 90. günlerinde, en yüksek tekstür puanı 90. günde, en yüksek görünüş puanı 30. günde, en yüksek renk puanı 30. ve 60. günlerinde ve toplamda 100 puan üzerinden 89.63 puan ile 30. gündeki peynirde tespit edilmiştir. Panelistler tarafından kontrol grubu peynir örneklerine verilen puanların ortalaması 100 puan üzerinden 88.39 olmuştur. Sirmo otu katkılı (%1 sirmo otu) peynirde en yüksek lezzet puanı olgunlaşma periyodunun 90. gününde, en yüksek tekstür puanı 30. günde, en yüksek görünüş puanı 60. günde, en yüksek renk puanı 90. günde ve toplamda 100 puan üzerinden 92.68 puan ile 90. gündeki peynirde tespit edilmiştir. Panelistler tarafından %1 sirmo otlu peynir örneklerine verilen puanların ortalaması 100 puan üzerinden 91.05 olmuştur. Sirmo otu katkılı (%2 sirmo otu) peynirde en yüksek lezzet puanı olgunlaşma periyodunun 60. gününde, en yüksek tekstür puanı 60. günde, en yüksek görünüş puanı 30. günde, en yüksek renk puanı 60. ve 90. günlerinde ve toplamda 100 puan üzerinden 91.81 puan ile 60. gündeki peynirde tespit edilmiştir. Panelistler tarafından %2 sirmo otlu peynir örneklerine verilen puanların ortalaması 100 puan üzerinden 88.18 olmuştur. Sirmo otu katkılı (%3 sirmo otu) peynirde en yüksek lezzet puanı olgunlaşma periyodunun 90. gününde, en yüksek tekstür puanı 90. günde, en yüksek görünüş puanı 90. günde, en yüksek renk puanı 60. günde ve toplamda 100 puan üzerinden 86.87 puan ile 90. gündeki peynirde tespit edilmiştir. Panelistler tarafından %3 sirmo otlu peynir örneklerine verilen puanların ortalaması 100 puan üzerinden 82.81 olmuştur.

Tablo 4.17. Farklı oranlarda sirme otu kullanılan peynir örneklerinin olgunlaşma süresince duyu analizi puanları

Oran	Olgunlaştırma Periyodu (Gün)	Lezzet Puanı ± ss (toplam:45 puan)	Tekstür Puanı ± ss (toplam:30 puan)	Görünüş Puanı± ss (toplam:15 puan)	Renk Puanı± ss (toplam:10 puan)	Toplam Puan (toplam:100 puan)
Kontrol	30	38.67±2.89	26.95±1.43	14.48±0.45	9.53±0.25	89.63
	60	37.5±0.87	27.07±1.90	13.88±0.66	9.53±0.50	87.98
	90	38.67±4.65	27.08±1.44	12.80±0.61	9.00±1.32	87.55
%1	30	38.5±1.32	28.13±1.63	13.70±0.85	9.63±0.35	89.96
	60	39.47±2.16	27.92±1.13	14.00±0.87	9.12±0.44	90.51
	90	41.61±0.79	27.42±0.52	13.82±0.35	9.83±0.29	92.68
%2	30	33.47±2.54	26.20±0.35	14.43±0.60	8.87±0.81	82.97
	60	40.63±1.40	28.43±1.25	13.75±0.78	9.00±0.01	91.81
	90	40.51±1.41	26.98±0.72	13.28±1.24	9.00±0.50	89.77
%3	30	31.77±6.18	25.08±1,01	12.00±1,00	8.47±0.81	77.32
	60	37.35±1.92	26.05±2,96	11.77±0,68	9.07±0.11	84.24
	90	39.50±1.80	26.36±0.62	12.40±0.57	8.61±0.79	86.87

4.4. Peynir Örneklerinin Aroma Profili Analiz Sonuçları

4.4.1. Aldehitler

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen aldehit bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.18’de verilmiştir. Tablo 4.18 incelendiğinde benzaldehit, bütanal, 2-pentanal, 2-heptanal, 2-nonenal, 2,4 heptadialanal, heptanal, hekzanal ve nonanal olmak üzere toplam 9 adet aldehit bileşiği tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin benzaldehit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu saptanmıştır. Bu artış ve azalışlar; kontrol ve %2 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının benzaldehit değerleri olgunlaşma süresinin tüm günlerinde istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin bütanal değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu görülmüştür. Bu seyir; sadece kontrol grubu peynirde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının bütanal değerleri olgunlaşma süresinin tüm günlerinde istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin 2-pentanal değerleri genellikle olgunlaşma süresinin 0. gününde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Peynir gruplarının 2-pentanal değerleri olgunlaşma süresinin tüm günlerinde istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin 2,4 heptadialanal değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalma; tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2,4 heptadialanal değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin heptanal değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalmalar; tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının heptanal değerlerinde olgunlaşmanın 0. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin hekzanal değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalmalar; tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının hekzanal değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 2-heptanal, 2-nonenal ve nonanal değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma saptanmıştır. Bu azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2-heptanal, 2-nonenal ve nonanal değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.18. Peynir örneklerine ait aldehitlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Aldehitler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Benzaldehit	0	0.14±0.03A	0.14±0.01	0.16±0.03A	0.13±0.04
	30	0.03±0.05B	0.03±0.05	nd	0.06±0.06
	60	0.05±0.05AB	0.07±0.07	nd	0.04±0.05
	90	0.13±0.07A	0.09±0.08	0.10±0.01B	0.07±0.06
Bütanal	0	0.05±0.03AB	0.07±0.04	0.10±0.07	0.09±0.07
	30	0.01±0.02B	0.03±0.03	0.01±0.02	0.03±0.03
	60	0.03±0.03AB	0.04±0.06	0.01±0.02	0.04±0.03
	90	0.07±0.02A	0.07±0.02	0.03±0.06	0.05±0.06

Tablo 4.18. (Devamı)

Aldehitler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
2-pentanal	0	0.12±0.04A	0.10±0.03	0.11±0.03	0.07±0.06
	30	0.02±0.04B	nd	nd	nd
	60	nd	nd	nd	nd
	90	nd	nd	nd	nd
2-heptanal	0	0.11±0.03	0.03±0.05	0.11±0.03	0.04±0.07
	30	nd	nd	nd	nd
	60	nd	nd	nd	nd
	90	nd	nd	nd	nd
2-nonenal	0	0.14±0.12	0.09±0.08	0.11±0.10	0.05±0.09
	30	nd	nd	nd	nd
	60	nd	nd	nd	nd
	90	0.06±0.10	nd	0.01±0.02	nd
2,4 heptadialanal	0	0.15±0.03A	0.15±0.05A	0.16±0.05A	0.14±0.06A
	30	0.03±0.05B	0.02±0.03B	0.02±0.03B	0.02±0.03B
	60	nd	nd	nd	0.01±0.02B
	90	0.02±0.03B	nd	0.03±0.05B	0.08±0.09AB
Heptanal	0	0.95±0.34Aa	0.56±0.15Aab	0.60±0.21Aab	0.42±0.24Ab
	30	0.16±0.15B	0.02±0.03B	0.05±0.07B	0.04±0.06B
	60	0.11±0.01B	0.03±0.05B	0.03±0.06B	0.06±0.06B
	90	0.04±0.06B	0.01±0.02B	nd	0.08±0.09B
Hekzanal	0	0.60±0.29A	0.61±0.17A	0.57±0.27A	0.73±0.28A
	30	0.11±0.10B	0.03±0.05B	0.06±0.05B	0.08±0.07B
	60	0.08±0.02B	0.02±0.03B	0.03±0.05B	0.02±0.04B
	90	0.05±0.07B	nd	nd	0.04±0.07B
Nonanal	0	0.10±0.10	0.10±0.09	0.07±0.07	0.16±0.05
	30	nd	nd	nd	nd
	60	nd	nd	nd	nd
	90	0.03±0.05	nd	nd	nd

nd: tespit edilemedi

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

4.4.2. Alkoller

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen alkol bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.19’da verilmiştir. Tablo 4.19 incelendiğinde 1-bütanol, 1-pentanol, 1-propanol, 1-hekzanol, 2-pentanol, 2-propanol, 2,3 bütandiol, benzil alkol, benzenthanol ve fenetil alkol olmak üzere toplam 10 adet alkol bileşiği tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin 1-bütanol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu saptanmıştır. Bu artmalar; sadece %2 sirmo otu içeren peynir grubunda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 1-bütanol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 1-pentanol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle bir azalma görülmüştür. Bu azalmalar; sadece %2 sirmo otu içeren peynir gruplarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 1-hekzanol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 1-hekzanol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle bir görölüştür. Bu azalmalar; %1 ve %2 sirmo otu içeren peynir gruplarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 1-hekzanol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 2,3 bütandiol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu saptanmıştır. Bu artmalar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2,3 bütandiol değerlerinde olgunlaşmanın 0. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin 1-propanol, 2-pentanol, 2-propanol, benzil alkol, benzenthanol ve fenetil alkol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Bu artma ve azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca peynir gruplarının 1-propanol, 2-pentanol, 2-propanol, benzil alkol, benzenthanol ve fenetil alkol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.19. Peynir örneklerine ait alkollerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Alkoller	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
1-bütanol	0	3.11±1.84	2.50±0.78	2.93±0.89B	2.22±0.59
	30	6.01±5.02	5.80±3.90	4.89±0.95AB	5.61±2.16
	60	5.22±1.48	5.82±1.17	5.19±0.47AB	5.84±2.64
	90	6.89±3.22	6.50±2.18	6.91±2.46A	4.88±6.04
1-pentanol	0	2.13±1.43	1.85±0.77	2.38±0.39A	1.65±1.50
	30	1.19±1.05	nd	0.73±1.26AB	1.20±1.05
	60	0.42±0.72	nd	0.68±1.17AB	1.09±1.01
	90	0.43±0.75	nd	0.42±0.73B	nd
1-propanol	0	0.16±0.17	0.16±0.02	0.05±0.08	0.12±0.04
	30	0.61±0.49	0.54±0.55	0.52±0.29	0.75±0.48
	60	0.58±0.28	0.57±0.30	0.36±0.44	0.81±0.61
	90	0.73±0.45	0.46±0.15	0.37±0.29	0.46±0.50
1-hekzanol	0	0.11±0.01	0.09±0.01A	0.12±0.04A	0.13±0.09
	30	0.12±0.10	nd	0.06±0.06AB	0.10±0.07
	60	0.05±0.05	0.02±0.03B	0.01±0.02B	0.04±0.04
	90	0.02±0.03	nd	nd	0.02±0.03
2-pentanol	0	0.07±0.12	nd	0.03±0.05	nd
	30	nd	0.02±0.04	nd	nd
	60	nd	0.06±0.11	nd	0.02±0.03
	90	nd	nd	0.05±0.04	0.03±0.05
2-propanol	0	8.04±5.75	10.40±6.54	8.43±6.51	11.16±14.46
	30	14.20±12.78	7.14±4.41	9.99±12.18	11.75±15.31
	60	4.73±0.63	3.76±1.04	2.63±4.48	4.07±3.29
	90	3.60±3.54	2.82±2.73	3.65±0.24	0.01±0.02

Tablo 4.19. (Devamı)

Alkoller	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
2,3bütandiol	0	0.78±0.17Ba	0.27±0.12Bb	0.52±0.12Bab	0.75±0.26Ba
	30	4.33±1.85AB	5.39±2.47A	9.01±3.71A	5.17±1.41A
	60	7.57±4.62A	6.33±2.00A	8.08±2.87A	6.40±2.22A
	90	6.80±0.78A	7.24±0.49A	6.78±2.77A	7.38±2.57A
Benzil alkol	0	0.08±0.04	nd	0.04±0.06	0.09±0.16
	30	0.03±0.05	nd	0.06±0.07	0.07±0.11
	60	0.06±0.09	0.07±0.03	0.03±0.05	0.07±0.08
	90	0.07±0.07	0.15±0.03	0.03±0.03	0.07±0.01
Benzenthanol	0	0.02±0.03	0.03±0.06	0.10±0.09	0.10±0.12
	30	0.67±0.59	1.79±1.96	0.42±0.72	0.36±0.38
	60	1.79±1.58	0.64±1.03	nd	1.44±0.56
	90	2.57±2.72	1.00±1.73	0.60±0.92	1.91±1.74
Fenetil alkol	0	0.05±0.09	0.02±0.04	0.06±0.05	0.07±0.06
	30	0.52±0.89	0.43±0.71	0.97±0.92	0.25±0.43
	60	0.49±0.85	1.88±1.75	2.13±0.61	nd
	90	0.39±0.67	2.26±2.04	1.15±1.99	0.17±0.29

nd: tespit edilemedi

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

4.4.3. Ketonlar

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen keton bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.20’de verilmiştir. Tablo 4.20 incelendiğinde asetofenon, 2-heptanon, 2-bütanon, 2-pentanon ve 3-heptanon olmak üzere 5 adet keton bileşiği tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin asetofenon değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle kontrol ve %1 sirmo otu içeren grupta azalma, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda ise dalgalı bir seyir olduğu saptanmıştır. Kontrol ve %1 sirmo otu içeren

gruplarda tespit edilen azalışlar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının asetofenon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 2-heptanon değerlerinde olgunlaşma süresinin 0. ve 30. günlerinde tespit edilemediği ayrıca 60. günden 90. güne doğru genellikle artma olduğu görülmüştür. Bu artmalar; sadece %2 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2-heptanon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 2-bütanon değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalma, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2-bütanon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 2-pentanon değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu saptanmıştır. Bu dalgalı seyir sadece kontrol grubu peynirde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 2-pentanon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 3-heptanon değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Bu artma ve azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 3-heptanon değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.20. Peynir örneklerine ait ketonların olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Ketonlar	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Asetofenon	0	nd	nd	0.04±0.04	0.03±0.06
	30	0.10±0.03A	0.11±0.07A	0.10±0.01	0.09±0.08
	60	0.09±0.01A	0.08±0.01AB	0.08±0.01	0.07±0.06
	90	0.06±0.06AB	0.07±0.07AB	0.07±0.04	0.08±0.04
2-heptanon	0	nd	nd	nd	nd
	30	nd	nd	nd	nd
	60	0.03±0.03	0.04±0.03	0.02±0.03B	0.02±0.03
	90	0.06±0.05	0.05±0.01	0.13±0.11A	0.03±0.06
2-bütanon	0	14.53±13.75A	17.40±3.50A	18.87±6.35A	17.92±3.04A
	30	3.89±3.09B	0.50±0.36B	0.67±0.28B	4.01±5.01B
	60	1.20±0.89B	0.82±0.47B	0.86±0.51B	1.33±0.80B
	90	2.21±1.37B	0.86±0.21B	1.38±0.82B	2.93±2.66B
2-pentanon	0	1.30±0.55A	0.96±0.85	0.86±0.79	0.80±0.70
	30	0.24±0.34B	0.24±0.22	0.18±0.17	0.07±0.11
	60	0.20±0.17B	0.18±0.32	0.21±0.19	0.28±0.25
	90	0.47±0.41B	0.16±0.23	0.53±0.58	0.46±0.40
3-heptanon	0	3.40±1.49	3.57±3.12	1.92±1.66	1.36±0.68
	30	2.33±0.98	1.79±1.60	2.05±0.85	2.54±0.83
	60	2.45±0.19	2.97±0.83	1.70±0.25	2.73±0.47
	90	3.72±1.86	3.92±1.22	2.99±0.85	2.32±1.16

nd: tespit edilemedi

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

4.4.4. Asitler

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen asit bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.21’de verilmiştir. Tablo 4.21 incelendiğinde asetik asit, bütanoik asit (bütrik asit), pentanoik asit (valerik asit), hekzanoik asit (kaproik asit), heptanoik asit (enantik asit), oktanoik asit (kaprilik asit), dekanolik asit,

benzoik asit, propiyonik asit, nonanoik asit, 4-methylhekzanoik asit olmak üzere toplam 11 adet asit tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin asetik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu görülmüştür. Bu dalgalı seyir, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının asetik asit değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin bütanoik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle kontrol ve %1 sirmo otu içeren gruplarda dalgalı bir seyir, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda ise artış olduğu saptanmıştır. Bu değişimler tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının bütanoik asit değerlerinde olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin hekzanoik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu tespit edilmiştir. Bu dalgalı seyir; sadece kontrol grubu peynirde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının hekzanoik asit değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin propiyonik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir olduğu görülmüştür. Bu dalgalı seyir, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının propiyonik asit değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 4-methylhekzanoik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma ve azalma olduğu görülmüştür. Bu değişimler sadece %2 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 4-methylhekzanoik asit değerlerinde olgunlaşmanın 30. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin pentanoik asit (valerik asit), heptanoik asit (enantik asit), oktanoik asit (kaprilik asit), dekanolik asit, benzoik asit ve nonanoik asit değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Bu artma ve azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca peynir gruplarının pentanoik asit (valerik asit), heptanoik asit (enantik asit), oktanoik asit (kaprilik asit), dekanolik asit, benzoik asit ve nonanoik asit değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.21. Peynir örneklerine ait asitlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Asitler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Asetik asit	0	5.06±1.56A	5.17±1.55A	5.31±1.25A	5.81±1.57A
	30	0.17±0.06B	0.19±0.12B	0.12±0.03B	0.49±0.51B
	60	0.19±0.15B	0.09±0.02B	0.10±0.03B	0.38±0.31B
	90	0.39±0.33B	0.15±0.11B	0.33±0.11B	0.61±0.57B
Bütanoik asit	0	1.39±0.16B	1.14±0.38B	1.31±0.17C	1.52±0.23C
	30	7.88±0.79Aab	10.16±1.00Aa	7.01±1.78Bab	6.59±2.50Bb
	60	11.47±3.88A	11.54±2.71A	9.29±2.57B	10.05±2.68AB
	90	7.68±0.26Ab	10.62±3.93Aab	13.38±1.32Aa	13.49±3.37Aa
Pentanoik asit	0	0.49±0.19	0.42±0.22	0.50±0.22	0.44±0.21
	30	0.10±0.01	2.57±4.33	5.22±4.57	1.65±2.76
	60	2.18±3.67	5.12±8.72	8.70±7.58	3.64±6.27
	90	7.62±6.64	3.73±6.38	0.08±0.04	1.06±1.80
Hekzanoik asit	0	1.92±0.07AB	1.95±0.36	1.80±0.09	2.26±0.53
	30	3.68±2.44A	2.40±3.34	1.26±0.50	2.66±1.06
	60	1.28±1.11AB	2.08±1.78	1.82±1.22	2.71±2.77
	90	0.82±0.79B	1.56±1.05	3.37±2.52	3.19±4.03

Tablo 4.21. (Devamı)

Asitler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Heptanoik asit	0	0.01±0.01	0.01±0.02	0.02±0.03	0.02±0.03
	30	0.34±0.01	0.01±0.02	nd	0.01±0.02
	60	nd	0.02±0.03	0.01±0.02	0.02±0.03
	90	0.46±0.79	nd	0.03±0.03	0.02±0.04
Octanoik asit	0	0.38±0.09	0.42±0.15	0.36±0.07	0.48±1.20
	30	1.31±1.17	1.18±1.68	0.39±0.15	0.89±0.49
	60	0.45±0.14	0.80±0.57	0.70±0.52	0.99±1.06
	90	0.68±0.22	0.66±0.21	1.52±1.46	1.14±1.26
Dekanoik asit	0	0.11±0.01	0.14±0.04	0.09±0.01	0.17±0.10
	30	0.49±0.46	0.69±0.56	0.50±0.30	0.44±0.29
	60	0.50±0.41	0.48±0.36	0.44±0.26	0.75±0.60
	90	0.32±0.13	0.35±0.33	0.72±0.70	0.53±0.59
Benzoik asit	0	1.00±0.53	0.87±0.55	0.91±0.64	1.08±0.56
	30	1.26±1.06	0.59±0.49	1.34±0.84	1.15±1.49
	60	1.06±0.31	1.34±0.88	1.35±0.66	1.80±1.29
	90	0.06±0.67	0.50±0.44	0.30±0.52	1.14±1.08
Propiyonik asit	0	0.09±0.05B	0.05±0.05B	0.07±0.03B	0.08±0.05B
	30	2.70±1.60AB	3.72±1.97A	3.44±1.78A	1.61±1.12AB
	60	5.05±2.11A	6.44±2.23A	5.53±2.34A	4.14±1.21A
	90	3.96±1.86A	4.78±2.31A	5.02±1.73A	2.49±3.01AB
Nonanoik asit	0	0.08±0.10	0.01±0.02	0.03±0.03	0.02±0.03
	30	0.06±0.06	0.03±0.03	nd	0.04±0.03
	60	0.02±0.03	0.03±0.03	0.02±0.03	0.02±0.03
	90	0.01±0.02	0.03±0.03	0.04±0.03	0.05±0.06
4-Methylhekzanoicasit	0	0.02±0.04	nd	nd	nd
	30	0.02±0.03b	0.08±0.04a	0.02±0.02Bb	nd
	60	0.06±0.03	0.06±0.02	0.07±0.02A	0.09±0.03
	90	0.07±0.08	0.10±0.01	0.09±0.04A	0.04±0.06

nd: tespit edilemedi

Aynı satırda (a-c, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Aynı sütunda (A-C, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

4.4.5. Esterler ve Terpenler

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen ester ve terpen bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.22’de verilmiştir. Tablo 4.22 incelendiğinde, etil asetat, silanediol, D-limonen, alfa-pinen, beta-pinen ve copaene olmak üzere toplam 6 adet ester ve terpen bileşiği tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin etil asetat değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu saptanmıştır. Bu artmalar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının etil asetat değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin silanediol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artmalar; tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının silanediol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin D-limonen değerleri olgunlaşma süresinin 0. ve 30. günlerinde hiçbir grupta tespit edilememiştir. Ayrıca kontrol grubunun tüm günlerinde D-limonen değerlerinin tespit edilemediği görülmüştür. Olgunlaşma süresi boyunca sirmo ot içeren peynir gruplarında D-limonen değerlerinde tespit edilen artış istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının D-limonen değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin alfa-pinen değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Bu artma ve azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca peynir gruplarının alfa-pinen değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin copaene değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir görülmüştür. Bu dalgalı seyir, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca peynir gruplarının copaene değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.22. Peynir örneklerine ait esterlerin ve terpenlerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Esterler ve Terpenler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Etil asetat	0	10.59±1.01A	10.96±1.63A	10.40±0.99A	9.76±1.53A
	30	1.47±1.01B	0.72±1.25B	0.73±3.00B	1.12±1.13B
	60	0.79±1.19B	0.07±0.11B	0.11±0.16B	0.42±0.41B
	90	nd	nd	0.17±0.30B	2.02±3.50B
Silanediol	0	0.03±0.05B	0.07±0.06	0.03±0.05B	0.07±0.07
	30	0.03±0.06B	0.04±0.04	0.08±0.01AB	0.08±0.08
	60	0.10±0.02AB	0.09±0.03	0.09±0.02A	0.11±0.02
	90	0.13±0.04A	0.11±0.02	0.12±0.02A	0.12±0.01
D-Limonen	0	nd	nd	nd	nd
	30	nd	nd	nd	nd
	60	nd	0.02±0.03	0.04±0.07	nd
	90	nd	0.02±0.03	0.02±0.04	0.05±0.08
Alfa-pinen	0	0.05±0.04	0.05±0.08	0.07±0.07	0.06±0.05
	30	0.08±0.07	0.03±0.05	0.08±0.14	0.12±0.15
	60	0.06±0.10	0.26±0.34	0.16±0.28	0.14±0.12
	90	0.23±0.20	0.19±0.23	0.12±0.11	0.04±0.06
Beta-pinen	0	nd	0.01±0.02	0.06±0.09	0.06±0.10
	30	0.05±0.08	0.04±0.06	0.03±0.06	0.06±0.10
	60	nd	0.03±0.06	0.03±0.06	nd
	90	nd	0.07±0.09	0.08±0.09	0.07±0.07
Copaene	0	nd	0.01±0.02	nd	nd
	30	nd	0.04±0.07	0.03±0.05	0.05±0.08
	60	nd	0.08±0.14	0.08±0.14	0.02±0.03
	90	0.05±0.08	0.04±0.07	0.06±0.06	0.04±0.07

nd: tespit edilemedi

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

4.4.6. Sülfür Bileşikleri

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen sülfür bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.23'te verilmiştir. Tablo 4.23 incelendiğinde, disülfür ve diallil disülfür olmak üzere toplam 2 adet sülfür bileşiği tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin disülfür değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artış tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının disülfür değerleri olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin diallil disülfür değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artış tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının diallil disülfür değerleri olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.23. Peynir örneklerine ait sülfür bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Sülfür Bileşikleri	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Disülfür	0	0.02±0.04	0.03±0.05	0.07±0.06	0.14±0.10
	30	0.02±0.03	0.10±0.09	0.10±0.09	0.21±0.33
	60	0.04±0.03b	0.11±0.04ab	0.09±0.04ab	0.23±0.13a
	90	0.04±0.04b	0.10±0.04ab	0.18±0.06ab	0.22±0.16a
Diallil disülfür	0	0.04±0.07	0.08±0.14	0.21±0.18	0.32±0.19
	30	0.02±0.04b	0.22±0.20ab	0.24±0.14ab	0.66±0.43a
	60	0.02±0.04b	0.12±0.11b	0.23±0.07ab	0.40±0.21a
	90	0.07±0.08b	0.24±0.09ab	0.23±0.18ab	0.46±0.21a

Aynı satırda (a-b, →) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

4.4.7. Diğer Uçucu Bileşikler

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde tespit edilen diğer uçucu bileşiklerinin olgunlaşma süresince ortalama pik alanlarına ait veriler, standart sapma değerleriyle birlikte Tablo 4.24'te verilmiştir. Tablo 4.24 incelendiğinde; stiren, benzen, toluen, asetonitril, kloroform, sikloheksasiloksan, etenon, metan, propella-7,9-diene, meta-Krezol, furan, 1,6-octadiene, 2-octene ve 3,5-octadien-2-one olmak üzere toplam 14 adet diğer uçucu bileşik tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin stiren değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış ve azalış şeklinde olduğu saptanmıştır. Bu artış ve azalış; sadece %1 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının stiren değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin toluen değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu görülmüştür. Bu artma; tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının toluen değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin kloroform değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu görülmüştür. Bu artış; sadece %1 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kloroform değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin metan değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu saptanmıştır. Bu artış; sadece kontrol grubu peynirde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının metan değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin meta-Krezol değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artma olduğu görülmüştür. Bu artma; tüm gruplarda istatistiksel olarak

önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının meta-Krezol değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin 3,5-octadien-2-one değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma; tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının 3,5-octadien-2-one değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Peynir örneklerinin benzen, asetonitril, sikloheksasiloksan, etenon, propella-7,9-diene, furan, 1,6-octadiene, 2-octene ve 3,5-octadien-2-one değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Bu artma ve azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca peynir gruplarının benzen, asetonitril, sikloheksasiloksan, etenon, propella-7,9-diene, furan, 1,6-octadiene, 2-octene ve 3,5-octadien-2-one değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4.24. Peynir örneklerine ait diğer uçucu bileşiklerin olgunlaşma süresince ortalama pik alanları

Diğer Uçucu Bileşikler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Stiren	0	8.66±6.51	8.05±3.38B	9.45±2.61	8.39±1.96
	30	10.41±4.43	16.11±3.35A	12.56±1.70	12.28±6.48
	60	14.02±8.14	12.08±4.48AB	9.57±6.73	11.20±3.52
	90	10.26±4.49	13.38±2.57AB	7.91±1.48	8.52±4.48
Benzen	0	7.87±6.98	11.83±0.96	11.61±1.16	9.67±8.41
	30	5.12±8.37	12.11±3.19	10.24±8.85	4.48±7.93
	60	11.58±3.38	9.63±0.20	12.64±3.81	12.33±3.68
	90	13.55±3.63	15.05±7.40	12.33±3.71	10.91±9.13
Toluen	0	nd	nd	nd	nd
	30	0.06±0.10	0.70±0.12	0.10±0.10	0.11±0.10
	60	0.17±0.14	0.16±0.14	nd	nd
	90	0.18±0.15	0.17±0.15	0.14±0.16	0.12±0.11

Tablo 4.24. (Devamı)

Diğer Uçucu Bileşikler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
Asetonitril	0	12.53±1.63	13.10±1.86	13.24±2.20	13.41±3.30
	30	15.68±3.28	15.71±3.78	16.79±2.69	16.11±0.29
	60	15.37±2.26	15.82±1.87	17.44±2.82	17.10±3.78
	90	14.57±5.28	12.04±4.35	12.78±3.15	12.63±4.44
Kloroform	0	1.25±0.63	1.43±0.40B	1.41±0.16	1.39±0.33
	30	1.69±0.53	2.21±0.12A	1.72±0.59	1.82±0.59
	60	2.07±0.56	1.72±0.19AB	1.84±0.73	1.75±0.22
	90	2.26±0.37	2.17±0.29A	1.96±0.53	1.96±0.28
Sikloheksasiloksan	0	0.12±0.10	0.17±0.15	0.18±0.09	0.15±0.11
	30	0.11±0.07	0.06±0.02	0.08±0.02	0.10±0.04
	60	0.09±0.04	0.07±0.01	0.09±0.03	0.10±0.02
	90	0.13±0.08	0.17±0.15	0.27±0.33	0.09±0.02
Etenon	0	0.07±0.06	0.06±0.05	0.04±0.07	0.05±0.04
	30	nd	nd	0.01±0.01	0.02±0.04
	60	nd	nd	nd	0.04±0.07
	90	0.02±0.03	nd	0.09±0.11	nd
Metan	0	0.48±0.15B	0.42±0.28	0.53±0.23	0.50±0.20
	30	0.67±0.36AB	0.67±0.03	0.59±0.12	0.65±0.30
	60	0.73±0.05AB	0.79±0.16	0.79±0.05	0.71±0.16
	90	0.89±0.11A	0.81±0.22	0.83±0.26	0.86±0.30
Propella-7,9-diene	0	0.16±0.27	nd	0.34±0.32	0.59±0.52
	30	nd	0.06±0.11	0.06±0.11	nd
	60	0.06±0.09	0.14±0.03	0.29±0.25	0.40±0.30
	90	0.21±0.25	0.67±0.11	nd	nd
meta-Krezol	0	nd	nd	0.01±0.02	nd
	30	0.02±0.03	0.03±0.03	0.02±0.04	0.02±0.03
	60	nd	0.03±0.03	0.02±0.03	0.02±0.04
	90	0.03±0.06	0.02±0.04	0.03±0.05	0.03±0.06
Furan	0	0.03±0.03	nd	0.02±0.04	nd
	30	nd	nd	nd	nd
	60	nd	0.07±0.01	0.01±0.01	nd
	90	0.02±0.02	0.01±0.02	nd	0.02±0.03

Tablo 4.24. (Devamı)

Diğer Uçucu Bileşikler	Günler	Peynir Grupları			
		Kontrol	%1 sirmo içeren	%2 sirmo içeren	%3 sirmo içeren
1,6-octadiene	0	nd	0.02±0.03	0.03±0.05	0.02±0.03
	30	0.01±0.02	nd	0.02±0.03	0.03±0.05
	60	0.04±0.06	0.12±0.13	nd	0.02±0.03
	90	0.03±0.06	0.04±0.06	0.06±0.11	0.03±0.05
2-octene	0	0.06±0.10	0.07±0.11	0.09±0.16	0.06±0.10
	30	0.03±0.03	0.12±0.21	0.04±0.07	0.05±0.08
	60	0.12±0.21	0.16±0.28	0.09±0.16	0.02±0.03
	90	0.11±0.16	0.10±0.17	0.17±0.29	0.04±0.07
3,5-octadien-2-one	0	0.09±0.01	0.09±0.02	0.09±0.03	0.52±0.80
	30	0.02±0.04	0.04±0.07	nd	nd
	60	nd	nd	nd	nd
	90	0.05±0.09	nd	nd	nd

nd: tespit edilemedi

Aynı sütunda (A-B, ↓) ortak harf taşımayan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

5. TARTIŞMA

Peynirde pH, üretimden olgunlaşmaya kadar tüm aşamalarda belirleyici bir parametredir. Peynir teknolojisinde pH tekstür, aroma, mikrobiyal gelişim ve raf ömrü üzerine etkilidir (Lawrence ve ark., 1983). Peynir gruplarının pH değerleri arasında olgunlaşmanın 90. gününde önemli farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde % 3 sirmo otu içeren grubun pH değerinin kontrol peynirinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Peynir örneklerinin pH değerlerinde olgunlaşma süresince azalma görülmekle birlikte sadece %3 sirmo otu içeren gruptaki azalmanın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Çalışmada, sirmo otu içeren grupların pH değerlerinin, kontrol grubu peynire göre genellikle daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Hayaloğlu ve Fox (2008) peynir üretiminde ot kullanımının pH değerinde düşüşe neden olduğunu ve kullanılan ot miktarının artırılmasının da pH değerinde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Kavaz ve ark., (2013a) sirmo otu eklenmiş peynirin pH değerinin önemli düzeyde ($p<0.01$) düşürdüğünü ve kontrol grubuna kıyasla daha düşük pH değerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Hallaç ve ark., (2021) otlu ve otsuz olarak üretilen geleneksel Siirt peynirlerinin pH değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğunu ($p<0.01$) belirlemişlerdir. Lee ve ark., (2016) *Inula britannica* bitki özütlerinin farklı konsantrasyonlarıyla (% 0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1 ağırlık/hacim) üretilen peynir gruplarının, kontrol grubu peynire göre daha düşük pH değerlerine sahip olduğu bildirmişlerdir. Shan ve ark., (2011) bitki özleriyle üretilen peynir örneklerinin, kontrol grubuna (5.82) göre daha düşük pH değerlerine sahip olduğu bildirmişlerdir. *Allium* cinsine ait bitkilerin (örn., sarımsak) sülfür içeren bileşikler nedeniyle antimikrobiyal ve asidik özellikler sergilediği bilinmektedir (Kyung, 2012). Bu çalışmada, %3 Sirmo otu içeren peynirde pH'ın kontrol grubuna kıyasla daha belirgin düşmesi, bitkinin

antimikrobiyal bileşenlerinin (örn., allisin gibi sülfür içeren moleküller) laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesini artırmasıyla açıklanabilir. Sirmo otunun da bu tür bileşenler içermesi, peynirdeki laktik asit bakterilerinin aktivitesini artırarak pH'yı düşürmüş olabilir. Ancak %1 ve %2 sirmo otu içeren gruplarda pH düşüşünün daha az olması, etkinin konsantrasyona bağlı olduğunu desteklemektedir. Bu durum, bitkisel katkıların doza göre değişen etkilerini vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Burt, 2004; Carvalho ve ark., 2015). Olgunlaşma süresince pH'nın düşmesi, laktik asit bakterilerinin laktozu fermente etmesiyle açıklanabilir. Ancak, kontrol grubunda bile 90. günde pH'nın $6,04 \pm 0,49$ 'dan $5,83 \pm 0,43$ 'e düşmesi, standart olgunlaşma sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sirmo otu ilaveli gruplarda pH düşüşün daha belirgin olması, bitkinin sinerjik bir etki yarattığını göstermektedir. Olgunlaşmanın 0., 30. ve 60. günlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmaması ($p > 0,05$), sirmo otunun etkisinin zamanla kademeli olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Ayrıca, peynirin fizikokimyasal yapısı (örn., nem, tuz içeriği) zamanla değiştiğinden, sirmo otunun etkisi ancak uzun süreli olgunlaşmada (örn., 90. günde) belirginleşmiş olabilir (McSweeney, 2004). Olgunlaştırılmış otlu peynirlerde organik asit seviyelerinin daha yüksek ya da pH'nın daha düşük olması bu peynir türü için beklenen bir sonuç olduğu ifade edilmiştir (Ekici ve ark., 2019).

Araştırmada peynir örneklerinin en düşük ve en yüksek pH değerleri sırasıyla $5,16 \pm 0,10$ ve $6,04 \pm 0,49$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Belirlenen pH değerleri ile ilgili literatürde farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmada belirlenen pH değerleri, Akyüz ve ark., (1996)'nın Van otlu peynirinde (3.25-4.25), Kara ve Köse (2020)'nin basma yöntemiyle üretilen otlu peynirde (4.28-5.54), Doğan (2012)'nin ve Ektiren ve ark., (2020)'nin Siirt otlu peynirinde (sırasıyla 3.51-6.03, 4.33-4.90), Corzo ve ark., (2000)'nin manchego peynirinde (5.03- 5.82) ve Hallaç ve ark., (2021)'nin

geleneksel Siirt peynirinde (5.09-5.93) tespit ettikleri değerlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Peynir örneklerinin pH değerlerinde görülen farklılıklar, peynirlerin olgunlaşma süresi ve sıcaklığına, sütün bileşimine, sütün kalitesine, peynir üretim teknolojisine, olgunlaşma koşullarına ve numunelerin alındığı yerlerin hijyenik koşullarına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

Peynirde kuru madde; raf ömrü, fizikokimyasal stabilite ve tekstürel niteliklerle doğrudan ilişkili bir parametredir. Peynir örneklerinde toplam kütleyi oluşturan ana bileşenler su ve kuru maddedir. Protein, yağ, tuz, mineral maddeler, vitaminler, laktoz ve azotlu bileşikler ise toplam kuru maddeyi oluşturan bileşenlerdir (Doğan, 2012). Çalışmada, peynir örneklerinin kuru madde içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artışlar, kontrol ve %1 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru madde içeriğinde istatistiksel olarak farklılık ($p > 0.05$) bulunmasa da sirmo otu içeren peynirlerin genellikle kontrol grubuna kıyasla daha düşük kuru madde içeriği gözlemlenmiştir. Özellikle %3 sirmo otu içeren grubun kuru madde içeriği, diğer gruplara göre nispeten daha düşük olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2). Literatürde peynir üretiminde bitki kullanımının kuru madde değerinde azalmaya neden olduğu ile ilgili benzer çalışmalar bulunmaktadır. Lee ve ark., (2016) farklı miktarlarda bitki özütü kullanımının peynirde kuru madde değerinde düşüşe neden olduğunu, bitki özütleri ile üretilen peynir gruplarının, kontrol grubu peynire göre daha düşük kuru madde değerlerine sahip olduğu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Kavaz ve ark., (2013a) sirmo otu içeren grubun, kontrol grubuna göre daha düşük kuru madde içerdiğini bildirmişlerdir. Sirmo otunun da benzer bir etki göstermiş olması mümkündür. Yapılan başka bir çalışmada Setyawardani ve ark., (2022) moringa, bidara ve defne yaprağı ekstraktlarının eklenmesiyle üretilen bitki katkılı peynir örneklerinde; kontrol grubu

peynirlerin kuru madde miktarının diğer bitki katkılı gruplardan önemli ölçüde ($p<0,01$) daha yüksek olduğu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bitkisel özlerin eklenmesinin peynirin toplam kuru madde içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Coşkun ve Tunçtürk (2000) peynir örneklerinin kuru madde içeriğinin olgunlaşma periyodunun sonunda arttığını, kuru maddede tespit edilen farklılıkların ise eklenen bitki oranlarının su tutma kapasitelerinin farklı olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Peynir gruplarında tespit edilen en yüksek kuru madde değerinin kontrol grubu örneklerinin 90. gününde (53.65 ± 1.11), en düşük değerin ise %3 sirmo otu içeren grubun 0. gününde (47.48 ± 2.01) tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Çalışmada tespit edilen % kuru madde değerleri Doğan (2012) tespit ettiği değerlere (49.50-55.40) yakın bulunmuştur. Güler (2014) otlar ve baharatlar içeren asitli peynir örneklerinde tespit ettiği değerlerden (% 41.07-51.46) yüksek bulunmuştur. Hallaç ve ark., (2021) tespit ettikleri değerlerden (% 51.05-62.57), Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 50.10-56.69) ve Ekici ve ark., (2019) Van otlu peynirlerinde tespit ettikleri değerlerden (% 49.66-65.80) ve Corzo ve ark., (2000) tespit ettikleri değerlerden (% 52.98-68.47) düşük bulunmuştur. Kuru madde içeriğinde oluşan farklılıkların temel nedenleri arasında kullanılan sütün bileşimi, olgunlaşma koşulları ve üretim teknolojilerinin farklılığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Feeney ve ark., 2021).

Peynir örneklerinin kuru maddede kül içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu görülmüştür. Bu artışlar, %1, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru maddede kül içeriğinde olgunlaşmanın 0. ve 30. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çalışmada sirmo otu içeren peynirlerin genellikle kontrol grubuna kıyasla daha yüksek kuru maddede kül içerdiği gözlemlenmiştir (Tablo 4.3). Literatürde peynir üretiminde bitki kullanımının kuru maddede kül değerinde artmaya

neden olduğu ile ilgili benzer çalışmalar bulunmaktadır. Lee ve ark., (2016) *Inula britannica* bitki özütlerinin farklı konsantrasyonlarıyla (% 0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1 ağırlık/hacim) üretilen peynir gruplarının, kontrol grubu peynire göre daha yüksek oranda kuru maddede kül değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Peynir üretiminde kullanılan bitkisel katkıların peynirin mineral içeriğini artırabilmektedir. Örneğin, otlu peynir üretiminde kullanılan birçok bitki türünün başta kalsiyum olmak üzere potasyum, magnezyum, fosfor, kükürt, demir, çinko, bakır, manganez gibi makro ve mikro elementler bakımından zengin oldukları ifade edilmiştir (Tunctürk ve Özgökce, 2015; Tunctürk ve ark., 2017; Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Sirmo otunun yapısındaki minerallerin peynire transferi, kül oranındaki artışa neden olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada, peynir gruplarında en düşük kuru maddede kül değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde % 10.95 ± 0.62 ile kontrol grubu peynirinde, en yüksek kuru maddede kül değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde % 14.05 ± 0.60 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Çalışmada tespit edilen % kuru maddede kül oranları Tekinşen ve ark., (1998) tulum peynir örneklerin örneklerin tespit ettikleri değerlerden (%6.42-7.10) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlere (% 9.37-10.77) yüksek, Kara ve Köse (2020) tespit ettikleri değerlerden ise (% 9.85-23.98) düşük bulunmuştur. Kuru maddede kül oranlarında oluşan farklılıkların kullanılan sütün bileşimi, olgunlaşma koşulları ve üretim teknolojilerinin farklılığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Feeney ve ark., 2021).

Tuz peynirin duyusal profilini doğrudan etkileyen, proteaz ve lipaz enzimlerinin aktivitesini düzenleyerek aroma şekillenmesinde rol oynayan, su aktivitesini düşürerek raf ömrünü uzatan, mikroorganizmaların çoğalmalarını sınırlayan ve aynı zamanda peynirin yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturup oksidasyon ve bozulmayı geciktiren bir katkı maddesidir (Fox ve ark., 2000; McSweeney, 2004). Peynir örneklerinin kuru

maddede tuz içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, kontrol grubu ve %1 sirmo otu içeren grupta çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının kuru maddede tuz içeriğinde istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir (Tablo 4.4). Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Yılmaz ve ark., (2005) peynirdeki tuz oranının olgunlaşma süresince arttığını ifade etmiştir. Başka bir çalışmada Ergene (2019) kurutulmuş dereotu ve çörek otu ilaveli çökelek peynirlerinin olgunlaşma süresince tuz miktarındaki değişimin istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) olduğunu, ancak gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Çalışma bulgularının aksine Coşkun ve Tunçtürk (2000) farklı oranlarda sirmo otu kullanımının peynirlerin tuz içerikleri arasında anlamlı bir farklılık ($p>0.05$) oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Bu bulgunun kuru tuzlama yönteminden veya farklı ot oranlarına sahip peynirlerin farklı tuz emme kapasitelerinden kaynaklanmış olabileceği bildirmişlerdir.

Araştırmada, peynir gruplarında en düşük kuru maddede tuz değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde 7.73 ± 0.66 ile kontrol grubu peynirde, en yüksek kuru maddede tuz değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde 11.26 ± 0.32 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen % kuru maddede tuz oranları, Atasever ve ark., (2002) beyaz peynir örneklerinde tespit ettikleri değerlerden (% 10.80-11.46) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 11.34-13.86) düşük, Coşkun ve Öztürk (2001) otlu peynir adı altında üretilen farklı firmalara ait peynirde tespit ettikleri değerlerin (% 2.78-16.31) ve Tekinşen (2004) Hakkari ve çevresinde üretilen peynir örneklerinde tespit ettiği değerlerin (% 2.70-18.64) ve Aydın ve Ardıç (2019) sıkma peynir örneklerinde tespit ettikleri değerlerin (% 3.57-22.66) ve Kara ve Köse (2020) tespit ettikleri değerlerin (% 7.85-38.37) alt sınırdan yüksek üst sınırdan düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Akpınar ve ark.,

(2017) inek, koyun ve keçi sütü karışımlarından üretilen İzmir tulum peynir örneklerinde tespit ettikleri değerlerden (% 3.02-9.65) ve Sancak ve ark., (2018) peynir örneklerin tespit ettikleri değerlerden (% 4.27-10.52) ve yüksek bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi (Mazlum, 2022) peynir tebliğinde belirtilen taze veya olgunlaştırılmış beyaz peynirlerdeki kuru maddede tuz değerinin en çok % 6.5 olması şeklindeyir. Ancak araştırmada tüm peynir gruplarında tespit edilen kuru maddede tuz oranları standartta belirtilen değerin üzerinde bulunmuştur. Bunun nedeninin üretimde kullanılan otların salamura olması ve iri taneli kaya tuzundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Peynirin yağ oranı peynir dokusu üzerinde büyük bir etkiye sahip olup peynir lezzetinin algılanması ve gelişimi için önemlidir (Fox ve Wallace 1997). Yağların peynirlerde çeşitli fonksiyonları bulunmaktadır. Örneğin yağlar peynirde nem tutma kapasitesini arttırıp kurumayı engelleyerek raf ömrünün uzamasına yardımcı olur. Yağlar peynirlerde aroma bileşiklerin taşıyıcısı ve üreticisi olarak görev alırlar. Bir diğer özelliği pıhtılaşma esnasında, yağ globülleri kazein ağına entegre olarak pıhtının yapısını destekler (Guinee, 2017; McSweeney, 2004). Sirmo otu kullanılarak üretilen otlu peynir örneklerinin kuru maddede yağ içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir saptanmıştır. Ayrıca %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilen azalma istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çalışmada sirmo otu içeren peynir gruplarının kuru maddede yağ içeriğinin olgunlaşma süresince genellikle kontrol peynirinden daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 4.5). Bununla birlikte bu durum 30. günde sadece %3 sirmo içeren grup açısından anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuçlar, sirmo otunun peynirdeki yağ oranında azalmaya yol açtığını göstermektedir. Bu durum, sirmo otunun peynir matrisindeki yağ tutma kapasitesini etkileyebileceğini düşündürmektedir. Özellikle, %3 sirmo otu içeren peynirlerde en düşük yağ oranının gözlemlenmesi, bu oranın peynirdeki yağ oranının daha etkili bir şekilde azalttığını

göstermektedir (Tablo 4.5). Çalışma bulgularıyla benzer şekilde Lee ve ark., (2016) peynir üretiminde bitki özütü kullanımının kuru maddede yağ oranında düşüşe neden olduğunu, bitki özütleri ile üretilen peynir gruplarının, kontrol grubu peynire göre daha düşük kuru maddede yağ oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Agboola ve Radovanovic-Tesic (2002) Avustralya yerli bitkilerinin etkisini inceledikleri çalışmada; kontrol grubu peynirlerde ortalama kuru maddede yağ değerinin %50.09, limon mersini katılan peynir grubunda %46.90, yerli nane katılan grupta %46.37 ve çalı domatesi katılan peynir grubunda %45.42 değerlerinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmada tespit edilen peynir üretiminde bitkisel kaynaklı otlar eklenmesinin yağ oranını düşürdüğü ifadesini destekler niteliktedir. Ek olarak Göçen (2005) otlu peynir üretiminde farklı ot ve ot karışımları kullanımının, ot kullanılmayanlara göre kuru maddede yağ değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir (Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020).

Peynir örnekleri arasında en düşük % kuru maddede yağ oranı olgunlaşma süresinin 30. gününde 50.33 ± 2.70 ile % 3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek % kuru maddede yağ oranı ise 30. günde 56.62 ± 2.26 ile kontrol grubu peynirlerde tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Çalışmada tespit edilen % kuru maddede yağ oranları, Yalçın ve ark., (2007) Urfa peynirinde tespit ettikleri değerlerin (% 31.76-57.58) ve Tekinşen (2004) tespit ettiği değerlerin (% 22.74-56.28) alt sınırdan yüksek ve üst sınırdan yakın olduğu tespit edilmiştir. Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 34.68-39.66) ve Atasever ve ark., (2002) tespit ettikleri değerlerden (% 42.54-46.24) ve Kara ve Köse (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 40.98-52.37) ve Aydın ve Ardıç (2019) tespit ettikleri değerlerden (% 23.23-46.96) ve Akpınar ve ark., (2017) tespit ettikleri değerlerden (% 33.59-52.71) yüksek bulunmuştur. Üretimde kullanılan sütün bileşimi (özellikle yağ oranındaki farklılık), üretim teknolojisi ve olgunlaştırma şartlarındaki farklılıklardan dolayı peynirlerin % kuru maddede yağ oranı değerlerinde farklılığa

neden olduğu düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi (Mazlum, 2022) peynir tebliğine göre tam yağlı beyaz peynirin % kuru maddede yağ oranı en az % 45 olarak belirtilmiştir. Bu tebliğe göre olgunlaşma süresi sonunda tüm peynir gruplarında kuru maddede yağ oranı % 45'in üzerinde tespit edildiğinden dolayı üretilen peynirler tam yağlı peynir sınıfına girmektedir.

Peynirlerdeki protein içeriği, ürünün bileşimini, fiziksel özelliklerini ve duyu niteliklerini şekillendiren temel unsurlardandır. Peynir gruplarının protein içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, kontrol, %1 ve %2 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olurken, %3 sirmo otu içeren grupta görülen artış ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının protein içeriğinde olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli farklılık ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.6). Bu bulgular, sirmo ot oranının ve olgunlaşma süresinin peynirdeki protein içeriği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Sirmo ot oranının artmasıyla birlikte peynirdeki protein oranının azaldığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Göçen (2005) tarafından otlu peynir üretiminde farklı ot ve ot karışımları kullanımının protein oranını düşürdüğü ifade edilmiştir (Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Benzer şekilde Kavaz ve ark., (2013a) sirmo otu içeren grubun ($\% 27.10 \pm 0.45$), kontrol grubuna ($\% 35.48 \pm 3.52$) göre daha düşük oranda protein içerdiğini ifade etmiştir. Başka bir çalışmada Ergene (2019) peynir üretiminde bitki kullanımının ve olgunlaşma süresinin hem kontrol hem de bitki katkılı grupların protein değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) bir etkisinin olduğunu ifade etmiştir.

Peynir grupları arasında en düşük protein değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde $\%18.54 \pm 0.73$ ile %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek protein değerinin

ise olgunlaşma süresinin 90. gününde 24.71 ± 0.33 ile kontrol grubu peynirlerde tespit edilmiştir (Tablo 4.6). Çalışmada tespit edilen % protein oranları, Tarakçı ve ark., (2004) Van otlu peynirlerinde tespit edilen değerlere (% 18.01-25.98) ve Doğan (2011) Siirt otlu peynirinde tespit edilen değerlere (% 18.42-24.78) ve Doğan (2012) tespit edilen değerlere (% 18.42-23.65) yakın bulunmuştur. Güler (2014) tespit edilen değerlerden (% 7.77-24.19) ve Tunçtürk ve ark., (2014) Van otlu peynir örneklerinde tespit ettikleri değerlerden (% 17.57-18.84) ve Kara ve Köse (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 15.04-22.32) yüksek bulunmuştur. Bu farklılıkların başlıca nedenleri arasında üretimde kullanılan sütün bileşimi, üretim teknolojisi (örn., kullanılan ot türü ve miktarlarının farklılığı) ve olgunlaştırma şartları gösterilebilir.

Tüm mikroorganizmalar büyümek için suya ihtiyaç duyar, ancak önemli olan toplam su miktarından ziyade suyun aktivitesidir. Su aktivitesi (a_w), peynir üzerindeki buhar basıncının o sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanır (Hayaloglu, 2016). Su aktivitesi gıdalarda kolaylıkla ölçülebilen fizikokimyasal bir özellik olup, en önemli parametrelerden birisidir. Peynirdeki su aktivitesi, ürünün mikrobiyal stabilitesi, raf ömrü ve tekstürel özellikleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (Özay ve ark., 1993). Peynir gruplarının su aktivitesi değerinde olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli farklılık ($p < 0.05$) bulunmuştur. Peynir örneklerinin su aktivitesi değerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalış olduğu tespit edilmiştir. Bu azalış, %3 sirmo otu içeren grupta istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 4.7). Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Ergene (2019) farklı bitkisel katkı maddelerinin peynirdeki su aktivitesini etkilediğini ve bu etkinin olgunlaşma süresine bağlı olarak devam ettiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada Hallaç ve ark., (2021) otlu ve otsuz olarak üretilen geleneksel Siirt peynirlerinin su aktivitesi değerleri arasında

istatistiksel açıdan çok anlamlı bir farkın ($p<0.01$) olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Hickey ve ark., (2013) cheddar peynirinde olgunlaşma periyodu sonunda su aktivitesi değerinin azaldığını bildirmiş, olgunlaşmanın başlarında peynirin su aktivitesi değerinin tuz içeriği ile negatif korelasyon gösterdiğini fakat su aktivitesini düşüren temel nedeni proteolizle oluşan azot fraksiyonlarının olduğunu ifade etmişlerdir. Peynirdeki su aktivitesi değerinde %3 sirmo içeren grupta önemli bir düşüş olduğu ve bu durumun mikrobiyal stabiliteyi artırdığı düşünülmektedir. Bu durum, sirmo otunun peynir matrisindeki su tutma kapasitesini etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Araştırmada, peynir gruplarında en düşük su aktivitesi değerinin olgunlaşma süresinin, 90. gününde 0.92 ± 0.01 ile %3 sirmo otu içeren peynirinde, en yüksek su aktivitesi değerinin değeri ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 0.94 ± 0.01 ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Çalışmada tespit edilen su aktivitesi değeri, Corzo ve ark., (2000) tespit ettikleri değerlere (% 0.92-0.97) ve Çetinkaya ve Atasever (2015) farklı tuzlama metotları ile üretilen kaşar peynirinde tespit ettikleri değerlere (0.90 ± 0.13 - 0.95 ± 0.01) yakın bulunmuştur. Peynir örneklerinin su aktivitesi, Ergene (2019) farklı sıcaklıklarda kurutulan dereotu ve çörek otu ilaveli çökelek peynir örneklerinde tespit ettiği değerlerden (0.74 ± 0.02 - 0.79 ± 0.01) ve Hallaç ve ark., (2021) tespit ettikleri değerlerden (0,86-0,90) ve Ektik (2022) olgunlaştırılmış beyaz peynirde tespit ettiği değerlerden (0.90 ± 0.01 - 0.92 ± 0.01) yüksek bulunmuştur. Su aktivitesindeki bu farklılıkların üretimde kullanılan sütün bileşimi, üretim teknolojisi (örn., kullanılan ot türü ve miktarlarının farklılığı, tuzun miktarı) ve olgunlaştırma şartlarından kaynaklanabildiği düşünülmektedir.

Peynirin asitliği, üründeki baskın mikrobiyota ve biyokimyasal reaksiyonlarla doğrudan ilişkili olduğundan büyük önem taşımaktadır (Moreira ve ark., 2020). Peynir

örneklerinin titrasyon asitliği değerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, tüm gruplarda (kontrol, %1, %2 ve %3) istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.8). Bu bulgular, sirmo ot oranının ve olgunlaşma süresinin peynirdeki titrasyon asitliği değerleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Sirmo ot konsantrasyonunun artmasıyla birlikte peynirdeki titrasyon asitliği değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Andiç ve ark., (2015) ot eklenmiş tüm peynir gruplarının titrasyon asitliği değerinin, kontrol grubu peynirin titrasyon asitliğinden önemli ölçüde daha yüksek ($p<0.05$) olmasının çiğ süttten ve kullanılan otlardan gelen laktik asit bakterilerinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Ergene (2019), farklı bitkisel katkı maddelerinin (% 0.3 dere otu ve %1.5 çörek otu) peynirdeki titrasyon asitliğini arttırdığını, olgunlaşma süresine bağlı olarak da bu artışın devam ettiğini bildirmiştir. Hayaloğlu ve Fox (2008) peynir üretiminde kullanılan otların titre edilebilir asitliği arttırmasının, otların çiğ sütte bulunan laktik asit bakterilerinin büyümesini teşvik edebileceğini ifade etmişleridir. Benzer şekilde Dafaallah ve ark., (2021) peynir örneklerinde siyah kimyon bitki ilavesinin titrasyon asitliğini bir miktar arttırdığını bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Tarakçı ve ark., (2005) %2 siyabo katkılı otlu peynir örneklerinde titrasyon asitliğinin olgunlaşma süresi boyunca önemli ($p<0.05$) bir artış gösterdiğini, bitki eklenen grupta peynirlerin asitliğinin artmış olduğunu fakat bu artışın istatistiksel açıdan önem arzetmediğini ($p>0.05$) bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kullanılan sirmo otunun da diğer bitki ilave edilen peynirlerde görüldüğü gibi titrasyon asitliğini arttırmış olabileceği

düşünülmektedir. Nitekim Kavaz ve ark., (2013a), sirmo otu eklenmiş peynir grubunun diğer gruplara göre daha yüksek titrasyon asitliğine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada, peynir gruplarında en düşük titrasyon asitliği değerinin olgunlaşma süresinin, 0. gününde % 0.62 ± 0.01 ile kontrol grubu peynirlerde, en yüksek titrasyon asitliği değerinin değeri ise olgunlaşma süresinin 90. gününde % 1.05 ± 0.05 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.8). Çalışmada tespit edilen titrasyon asitliği değerinin Atasever ve ark., (2002) tespit ettikleri değerlere (% 0.61-1.11) ve Keleş ve ark., (2004) Hatay ilinde taze olarak tüketime sunulan sürk peynirinde tespit ettikleri değerlere (% 0.45-1.12) ve Mazlum (2022) beyaz peynir örneklerinde tespit ettiği değerlere (% 0.68-0.97) yakın olduğu, Kurt ve Akyüz (1984) Van otlu peynirde tespit ettikleri değerlerden (% 0.31-1.00) ve Tarakçı ve ark., (2005) %2 siyabo katkılı otlu peynirinde tespit ettikleri değerlerden (0.61 ± 0.02 - 0.95 ± 0.02) ve Çetinkaya ve Atasever (2015) tespit ettikleri değerlerden (0.19 ± 0.02 - 0.80 ± 0.07) yüksek, Akyüz ve ark., (1996) tespit ettikleri değerlerden (% 0.74-1.51) ve Tekinşen ve ark., (1998) tespit ettikleri değerlerden (% 0.88-1.15) ve Tunçtürk ve ark., (2014) tespit ettikleri değerlerden (% 0.92-1.18) ve Akpınar ve ark., (2017) tespit ettikleri değerlerden (% 0.86-1.45) ve Ekici ve ark., (2019) tespit ettikleri değerlerden (% 1.00-3.16) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerden (% 0.87-1.36) düşük olduğu tespit edilmiştir. Titrasyon asitliği değerlerinde görülen farklılıklar üretimde kullanılan sütün bileşimi, üretim teknolojisi (örn., kullanılan ot türü ve miktarlarının farklılığı, kullanılan kültürlerin aktiviteleri) ve olgunlaştırma şartlarından kaynaklanabildiği düşünülmektedir. Moreira ve ark., (2020) titrasyon asitliğinin, sırasıyla proteoliz ve lipoliz sonrasında amino asitlerin ve serbest yağ asitlerinin salınmasından da etkilenebildiğini ifade etmişlerdir.

Peynirlerde kaliteyi belirleyen kriterlerden birisi de ürünün rengidir. Renk ölçümünde nicel veriler elde etmek için enstrümantal aletler kullanılmakta ve sonuçlar L^* , a^* , b^* değerleriyle ifade edilmektedir. Bu değerlendirmede, L^* değeri parlaklık ($L=100$) ve siyahlık ($L=0$) yönelimi belirtirken, $+a$ kırmızılığa, $-a$ yeşillığe ve $+b$ sarılığa, $-b$ maviliğe yönelimi göstermektedir (Macdougall, 2010). Peynir örneklerinin L^* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma, %1 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının L^* değeri olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Genel olarak sirmo içeren grupların L^* değeri kontrole göre daha düşük olmakla birlikte 90.günde %1 ve %2 sirmo içeren grupların L değeri kontrolden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Araştırmada, peynir gruplarında en düşük L^* değerinin olgunlaşma periyodunun, 90. gününde 64.10 ± 0.65 ile %1 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek L^* değerinin ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 94.92 ± 3.14 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Suna (2020) peynir yapımında kullanılan otların konsantrasyonunun ve olgunlaştırma yönteminin L^* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olabileceğini ifade etmiştir. Setyawardani ve ark., (2022) bitkisel ekstraktların eklenmesinin peynirin rengi üzerinde oldukça önemli bir etkiye ($p<0.01$) neden olduğunu ve otlu peynir gruplarının bitkisel ekstrakt içermeyen gruplardan daha düşük bir L^* değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Hallaç ve ark., (2021) peynir yapımında kullanılan otların L^* değerinde önemli ($p<0.05$) bir düşüşe neden olduğunu bildirmişler ve bu durumu otların koyulaştırma etkisiyle ilişkilendirmişlerdir. Bayram ve Tarakçı (2020) farklı meyve tozları ilavesiyle ürettikleri kaşar peynirinde en yüksek L^* değerinin kontrol grubu peynirde olduğunu, meyve ilaveli grupların L^*

değerinde önemli ($p<0.05$) bir düşüş gözlemlendiğini, bu düşüşün nedeninin de kullanılan meyveler olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Özsunar (2010) olgunlaşma periyodunun sonunda L^* değerinde önemli düzeyde ($p<0.01$) düşüş olduğunu ifade etmiştir. Setyawardani ve ark., (2022) peynir örneklerinde tespit ettikleri L^* değerinin kontrol grubunda 87.86 ± 4.86 - 90.86 ± 3.33 arasında iken, diğer bitki katkılı peynir gruplarında ise 74.21 ± 3.02 - 82.01 ± 2.81 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bayram ve Tarakçı (2020) en düşük L^* değerinin 75.90 ± 2.04 ile kızılıklık ilaveli kaşar peynirinde en yüksek değerin ise 91.04 ± 0.49 ile kontrol peynirinde ölçüldüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmamızda sirmo otu ilaveli gruplarda L^* değerindeki düşüşün kontrol grubuna göre daha belirgin olmasının kullanılan ot ilavesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretimde kullanılan sirmo otundan dolayı peynir gruplarının renk değerleri bakımından farklılık göstermesi beklenen bir durumdur. Ayrıca peynirin renk değerlerindeki farklılık nedenleri arasında sütün bileşimi (örn., β -karoten içeriği), peynirin mikrobiyolojik özellikleri (özellikle lipolitik ve proteolitik özellikteki mikroorganizmaların varlığı), olgunlaşma süresi, kuru madde içeriği ve oksidasyon faktörlerinin önemli olduğu bildirilmiştir (Hallaç ve ark., 2021).

Renklendirme sisteminde negatifliğin artması a^* değerinde yeşil rengin arttığını, pozitifliğin artması da kırmızı rengin arttığını ifade etmektedir (Aydemir, 2010). Çalışmada a^* değeri, kontrol grubu peynirlerde pozitif iken sirmo otlu gruplarda negatif ($-a^*$) değer almıştır. Peynir örneklerinin a^* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca genellikle dalgalı bir seyir izlemiştir. Ayrıca %2 sirmo otu içeren grupta tespit edilen artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çalışmada a^* değerlerinin kontrol grubu peynirde pozitif, sirmo ot ilaveli gruplarda ise negatif değerler aldığı görülmüştür (Tablo 4.10). Suna (2020) peynir grupları arasında a^* değerinde tespit edilen değişimlerin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Aydemir

(2010) farklı işletmelerden alınan peynir gruplarının ve olgunlaşma süresinin, a^* değeri üzerine önemli derecede ($p<0.01$) etkili olduğunu ifade etmiş, a^* değerinin olgunlaştırma süresince değişkenlik gösterdiğini gözlemlemiştir.

Araştırmada, peynir gruplarında en yüksek a^* değerinin olgunlaşma periyodunun, 0. gününde 2.87 ± 0.69 ile kontrol grubu peynirlerde, en düşük a^* değerinin ise olgunlaşma süresinin 0. gününde -4.75 ± 0.67 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.10). Farklı peynir çalışmalarında a değerini; Hallaç ve ark., (2021) -5.70 ile -3.80 arasında, Mazlum (2022) -3.01 ile -1.88 arasında, Aydemir (2010) -4.33 ile -2.33 arasında, Setyawardani ve ark., (2022) 0.32 ± 0.77 ile 1.74 ± 0.26 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada (Tablo 4.10) peynir örneklerinin a^* değerinde tespit edilen değerler ile belirtilen çalışmalardaki a^* değerinde tespit edilen değerler arasında benzerlikler bulunmakla birlikte farklılıkların da olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların başlıca nedenleri arasında üretimde kullanılan sütün türü ile bileşiminden kaynaklanan β -karoten ve laktoflavin miktarının farklı olması, peynirin yağ miktarı ve olgunlaştırma süresi gösterilebilir (Okur ve Güzel-Seydim, 2011). Dağdelen (2010) bitki ve baharatların katıldığı ürünlere renk verdiğini bildirmiştir. Ek olarak De Almeida ve ark., (2017) mascarpone peynirinde yeşil renk görünümüne sütün bileşiminde bulunan riboflavinin neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Renk skalasında, negatif b^* değeri mavi, pozitif b^* değeri sarı rengin ifadesidir (Luo, 2006). Çalışmada peynir örneklerinin b^* değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca bir artış olduğu saptanmıştır. Bu artışlar, tüm gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının b^* değerinin olgunlaşmanın 90. gününde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.11). Bu bulgular, sirmo ot oranının ve olgunlaşma süresinin peynirdeki b^* değerleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Sirmo ot konsantrasyonunun artmasıyla

birlikte peynirdeki b^* değerlerinin arttığı, yani peynirin sarı renge doğru bir yönelim gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Alemdar ve ark., (2019) peynirlerdeki sarı rengin ilave edilen otlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Suna (2020) farklı peynir gruplarının ve olgunlaştırma süresinin b^* değeri üzerinde önemli derecede ($p<0.01$) etkili olduğunu bildirmiştir. El-Aziz ve ark., (2012) farklı oranlarda zencefil (kontrol, 1,5g/kg ve 3,0g/kg) ile üretilen peynirlerin olgunlaşma süresince b^* değerinin arttığını tespit etmiş, bu artışın nedeninin zencefil özütündeki kurkumin'nin olabileceğini bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Aydemir (2010) hem farklı işletmelerden alınan peynir gruplarının hem de olgunlaşma süresinin, b^* değeri üzerine önemli derecede ($p<0.01$) etkili olduğunu bildirmiştir.

Araştırmada, peynir gruplarında en düşük b^* değerinin olgunlaşma süresinin 0. gününde 12.68 ± 0.12 , en yüksek b^* değerinin ise olgunlaşma periyodunun, 90. gününde 18.66 ± 1.19 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Çalışmada tespit edilen b^* değerinin Hallaç ve ark., (2021)'nın değerlerinden (11.17-16.61) yüksek, Mazlum (2022)'un tespit ettiği b^* değerinin alt sınırından (14.85) düşük, üst sınırından (18.43) yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulguları Aydemir (2010)'in tespit ettiği değerlerden (20.05-24.09) ise düşük bulunmuştur. Peynir çeşitlerinin b^* değerlerinde görülen farklılıklar üretimde kullanılan sütün bileşimi (yağ oranı, beta karoten, vitamin A ve vitamin E içeriği) üretim teknolojisi (örn., farklı bitki ve baharatların kullanımı), olgunlaştırma şartları farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Gıdalarda tespit edilebilen mikroorganizmaların büyük kısmını aerobik mezofilik bakteriler oluşturmaktadır. Bu bakteriler özel besin öğelerine ihtiyaç duymadan nötr veya hafif asidik ortamlarda rahatlıkla gelişebilirler (Kaynar, 2011). Peynir örneklerinin TAMB sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma

olduğu tespit edilmiştir. Bu azalma, %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir grupları arasında olgunlaşma süresince önemli ($p>0.05$) bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.12). Çalışmada özellikle %3 sirmo otu içeren peynirde toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında önemli ($p<0.05$) bir azalma gözlemlenmiştir. Bu durum, sirmo otunun antimikrobiyal özelliklerinin peynirdeki bakteriyel yükü azaltabileceğini düşündürmektedir. Nitekim Dağdelen (2010) sirmo otu ekstraktının antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmiştir. Ancak, çalışmada sadece %3 sirmo otu içeren peynirlerde önemli bir değişiklik gözlemlenmesi, diğer oranlarda sirmo otunun etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, sirmo otunun konsantrasyonunun mikrobiyolojik etkiler üzerinde kritik bir rol oynadığını düşündürmektedir. Benzer şekilde Mahajan ve ark., (2016) peynir üretiminde bitki konsantrasyonunun artmasının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Benkeblia (2004) *Allium* cinsi bitkilerin antibakteriyel ve antifungal aktivitelere sahip olduklarını bildirmiştir. Olgunlaşma süresinin başlangıcında 7.88 ± 0.03 ile 7.94 ± 0.03 log cfu/g arasında değişen TAMB sayıları,, olgunlaşma süresi sonunda 7.62 ± 0.21 ile 7.86 ± 0.04 log cfu/g aralığına gerilemiştir (Tablo 4.12). Literatürde benzer sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Göncü (2018) bazı baharatların peynir üzerine etkisini incelediği çalışmada baharatların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine anlamlı düzeyde ($p<0.05$) antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir. Göncü (2018) aynı çalışmada en yüksek TAMB sayısının kontrol grubunda, en düşük sayının ise kekik ilaveli grupta olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde, Akarca ve ark., (2016) üretiminde farklı baharat ve otlar kullanılarak ürettikleri mozzarella peynirinde TAMB sayısının olgunlaşma süresi boyunca azaldığını fakat bu azalmanın istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada nar, nane, rezene, kimyon içeren grubun 6.45 log

kob/g'dan 5.43 log kob/g'a düşünün yol açtığı bunun nedeninin baharat ve bitkilerin antimikrobiyal etkisinin olduğu bildirilmiştir. Ocak ve ark., (2015) Van otlu peynirlerinde olgunlaşma süresince TAMB sayısında önemli ($p<0.05$) bir düşüş olduğunu, olgunlaşma süresinin başlangıcında 8.93-8.42 log kob/g arasında değişen sayıların, olgunlaşma süresi sonunda 6.00-6.39 log kob/g aralığına gerilediğini belirlemişlerdir. Ek olarak Andiç ve ark., (2015) otlu peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca TAMB sayısının önemli ölçüde azaldığını ($p<0.05$) bildirmişlerdir.

Peynir örnekleri arasında en düşük TAMB sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 7.62 ± 0.21 log cfu/g ile %3 sirno otu içeren peynirlerde, en yüksek TAMB sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 7.94 ± 0.03 log cfu/g ile kontrol grubu peynirlerinde tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Çalışmada tespit edilen TAMB sayısının, Hallaç ve ark., (2021) tespit ettikleri değerlerden ($6.00-6.95 \log_{10}\text{kob/g}$) ve Akyüz ve ark., (1996) tespit ettikleri değerlerden ($4.36-6.40 \log_{10}\text{kob/g}$) ve Akkoç (2016) Van ilindeki otlu peynirde tespit ettiği değerlerden ($3.5-6.0 \log_{10}\text{kob/g}$) ve Göncü (2018) eritme peynirde tespit ettiği değerlerden ($3.79\pm0.15-6.34\pm0.46 \log_{10}\text{kob/g}$) yüksek, Doğan (2012) tespit ettiği değerlerden ($8.07-9.19 \log_{10}\text{kob/g}$) ve Tayar (1995) beyaz peynirde tespit ettiği değerlerden ($7.99-9.25 \log_{10}\text{kob/g}$) düşük, Ocak ve ark., (2015) otlu peynirde tespit ettikleri değerlerin ($7.24\pm0.42-8.42\pm0.20 \log \text{kob/g}$) ve Ekici ve ark., (2019) tespit ettikleri değerlerin ($4.0-8.90 \log \text{cfu/g}$) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerin ($7.04-10.49 \log \text{kob/g}$) ve Tekinşen (2004) tespit ettiği değerlerin ($4.30-9.60 \log_{10}\text{kob/g}$) ve Aydın ve Ardiç (2019) tespit ettikleri değerlerin ($5.84-8.66 \log\text{kob/g}$) ve Atasever ve ark., (2002) tespit ettikleri değerlerin ($5.06-8.22 \log \text{cfu/g}$), Gülmez ve ark., (2022) tespit ettikleri değerlerin ($7.4\pm0.1-10.04\pm0.2 \log \text{cfu/g}$) alt sınırından yüksek, üst sınırından düşük bulunmuştur. TAMB sayısının çiğ sütün mikrobiyal kalitesinden, ısıtılma uygulamalarından, peynir üretim yönteminden

ve olgunlaşma koşullarından etkilenebileceği ifade edilmiştir (Fontecha ve ark., 1990; Akarca ve ark., 2016).

Psikrofilik mikroorganizma sayısının 6.00 log kob/g'dan yüksek olması peynir gibi ürünlerde düşük kuru madde oranına, macunumsu tekstüre ve kötü aromaya yol açabilmektedir. Peynirde psikrofilik bakteri sayısının az da olsa tespit edilmesi, üretimin hijyenik olmayan bir ortamda yapılmış olabileceği ifade edilmiştir (Uğur, 2001). Peynir örneklerinin TAPB sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalışlar, kontrol, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Peynir gruplarının TAPB sayılarında olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak önemli farklılık ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.13). TAPB sayılarının % 2 ve %3 sirmo otu içeren gruplardaki önemli azalışı konsantrasyona bağlı olarak sirmo otunun antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Mahajan ve ark., (2016) peynir üretiminde bitki konsantrasyonunun artmasının psikrofilik bakteri sayısında önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Guldigen ve Sensoy (2015) sirmo otunun, peynirlerde önemli mikrobiyal ve kimyasal değişikliklere neden olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Foda ve ark., (2009) üretiminde kullanılan kurutulmuş nane ve ekstraktlarının beyaz peynirde psikrofilik bakteri sayısında önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresinin başlangıcında 5.85 ± 0.16 ile 5.95 ± 0.09 log cfu/g arasında değişen sayılar, olgunlaşma süresi sonunda 5.10 ± 0.38 ile 5.71 ± 0.08 log cfu/g aralığına gerilemiştir (Tablo 4.13). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Öner ve ark., (2006) tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresinde psikrofil bakteri sayısında $p<0.01$ önem düzeyinde bir azalmanın olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca

TAPB sayısının 3.88 ± 0.39 ile 5.62 ± 1.06 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Coşkun (1998) geleneksel yöntemlerle üretilen otlu peynir gruplarında psikrofilik bakterileri sayısının olgunlaşma süresince değiştiğini ve 1.günde ortalama $5.42 \log \text{ kob/g}$ iken 90.günde $5.41 \log \text{ kob/g}$ 'a düştüğünü tespit etmiştir. Benzer şekilde Tekinşen (2004) olgunlaşma süresinin psikrofilik bakterileri sayısı üzerine etkisinin olduğunu ve ortalama psikrofilik bakterileri sayısının 4.28 ile $8.58 \log \text{ kob/g}$ olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise Mazlum (2022) hem gruplar arasında hemde olgunlaşma periyodunda tespit edilen toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısının istatistiksel açıdan önemli olmadığını bildirmiştir ($p > 0.05$). Mazlum (2022) tespit edilen en düşük ve en yüksek toplam aerobik psikrofilik bakteri sayılarının sırasıyla 2.94 ve $4.05 \log \text{ kob/g}$ olduğunu ifade etmiştir. Yapılan çalışmalardaki psikrofil bakteri sayılarındaki farklılıklar, üretim teknolojisinden (rn., kullanılan ot türü ve miktarı ve tuz), hijyenik koşullardan ve olgunlaşma (sıcaklık ve süre) koşullarına göre mikroorganizmaların farklı dağılımından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Lactobacillus türü bakteriler, *Lactobacillaceae* familyasına ait laktik asit baterileri sınıfındadır. *Lactobacillus* spp.'ler anaerobik, Gram (+) bakteriler olup spor oluşturmazlar (Alp ve Ertürkmen, 2017; Naidu ve ark., 1999; Soomro ve ark., 2002). Laktik asit bakterileri çok sayıda bakteri cinsini kapsayan ve süt ürünleri üretiminde kültür olarak kullanılan mikroorganizmalardır. *Lactobacillus* spp., laktik asit bakterilerinin en önemli cinslerinden biridir. Laktobasiller, peynir olgunlaşması ve lezzetinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Laktobasiller peynir üretiminde aynı zamanda probiyotik olarak da kullanılabilir. Bu amaçla genellikle *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. reuteri*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. delbrueckii* ve *L. johnsonii* türleri kullanılmaktadır (Gürsoy ve Kınık, 2005; Mazlum ve Atasever, 2024). Peynire eklenen laktobasiller tarafından üretilen enzimler peptitleri

parçalayarak aromaya oluşumuna yardımcı olurlar (Albenzio ve ark., 2010; Ong ve ark., 2007; Ürkek ve Şengül 2020). Peynir örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının *Lactobacillus* spp. sayıları olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.14). Çalışmada özellikle farklı miktarlarda sirmo otu içeren peynir gruplarının kontrol grubuna göre *Lactobacillus* spp. sayısının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirmo otunun *Lactobacillus* spp. sayısı üzerine antimikrobiyal etkisinin düşük ya da hiç olmadığını düşündürmektedir. Benkeblia (2004) *Allium* türlerinin (sarımsak ve soğan) ekstraktlarının laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesini artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde Andıç ve ark., (2015) sirmo otu içeren peynir grubunun kontrol grubuna göre daha yüksek oranda *Lactobacillus* spp. içerdiğini bildirmişlerdir. Akkoç (2016) otlu peynir üretiminde kullanılan otların laktik asit bakterileri üzerinde antimikrobiyal etkisinin düşük ya da hiç olmadığını ifade etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Bakırcı (1999) *Allium* sp., *Thymus* sp., *Anhriscus* sp. ve *Ferule* sp.'nin peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılan mezofilik laktik asit bakterileri üzerinde sınırlayıcı bir etki oluşturmadığı gibi kullanılan bu otların laktik asit bakterilerinin asit üretimini teşvik ettiğini bildirmiştir. Çalışmada (Tablo 4.14) Olgunlaşma süresinin başlangıcında 7.28 ± 0.02 ile 7.40 ± 0.02 log cfu/g arasında değişen sayılar, olgunlaşma süresi sonunda 6.55 ± 0.13 ile 7.21 ± 0.01 log cfu/g aralığına gerilemiştir (Tablo 4.14). Literatürde benzer sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Andıç ve ark., (2015) otlu peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca laktik asit bakterileri sayısının önemli ölçüde azaldığını ($p<0.05$) ayrıca, olgunlaşma periyodu sonunda en düşük laktik asit bakteri sayısının kontrol grubu peynirde olduğunu ifade etmişlerdir.

Peynir örnekleri arasında en düşük *Lactobacillus* spp. sayısı olgunlaşma süresinin 90. gününde 6.55 ± 0.13 log cfu/g ile kontrol grubu peynirinde, en yüksek *Lactobacillus* spp. sayısı ise olgunlaşma süresinin 0. gününde 7.40 ± 0.03 log cfu/g ile %3 sirno otu içeren peynirlerde tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Çalışmada tespit edilen *Lactobacillus* spp. sayısının, Akkoç (2016) Siirt ilindeki otlu peynirde tespit ettiği değerlere ($6.3-7.5$ log₁₀kob/g) yakın, Andiç ve ark., (2015) tespit ettikleri değerlerden ($7.57 \pm 0.01-8.82 \pm 0.03$ log cfu/g) ve Tayar (1995) tespit ettiği değerlerden ($8.41-8.72$ log₁₀kob/g) ve Moreira ve ark., (2020) peynirde tespit ettikleri değerlerden ($7.35-8.97$ log cfu/g) düşük, Akkoç (2016) Van ilindeki otlu peynirde tespit ettiği değerlerden ($2.5-6.9$ log₁₀kob/g) ve Atasever ve ark., (2002) tespit ettikleri değerlerden ($4.47-5.90$ log cfu/g) ve Hallaç ve ark., (2021) tespit ettikleri değerlerden ($3.11-6.34$ log₁₀kob/g) yüksek, Kurt ve Akyüz (1984) tespit ettikleri değerlerin ($6.48-7.78$ log₁₀/g) ve Erkan ve ark., (2007) otlu peynirde tespit ettikleri değerlerin ($6.48-7.78$ log₁₀/g) ve Aydın ve Ardiç (2019) tespit ettikleri değerlerin ($4.36-8.59$ logkob/g) ve Doğan (2012) tespit ettiği değerlerin ($< 1-7.78$ logkob/g) alt sınırdan yüksek, üst sınırından ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Peynir örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayılarındaki bu farklılıkların, üretim teknolojisi (örn., kullanılan ot türü ve miktarı, süte uygulanan ısı işlem farklılığı), sütün mikrobiyolojik niteliği ve olgunlaştırma koşulları (örn., sıcaklık ve süre) farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Koliform grubu bakteriler, gıda güvenliği açısından önemli bir gösterge olup, bu bakterilerin peynirde varlığı hijyenik koşullarda üretilmediğine işaret edebilir. Bu nedenle, koliform bakteri sayılarının kontrol edilmesi, peynir kalitesi ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayısında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmalar, tüm gruplarda istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Peynir gruplarının

koliform grubu bakteri sayılarında olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde bazı gruplarda istatistiksel olarak çok önemli farklılık ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süresinin başlangıcında 3.49 ± 0.04 ile 3.52 ± 0.05 log cfu/g arasında değişen sayılar, olgunlaşma süresi sonunda 2.16 ± 0.28 ile 3.21 ± 0.09 log cfu/g aralığına gerilemiştir (Tablo 4.15). Çalışmada özellikle sirmo otu içeren peynir gruplarında tespit edilen koliform grubu bakteri sayısı kontrol grubuna göre genellikle daha az olduğu fakat gelişiminin tamamen gelişimini durduramadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirmo otunun koliform grubu bakteri sayısının azalmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Literatürde benzer şekilde peynir üretimde kullanılan otların koliform grubu bakteri sayısında azalmaya neden olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Coşkun (1998) otlu peynir üretimi kullanılan yabani *Allium* bitkisinin (%2 oranında ve 65°C’de 30 d pastörilizasyon uygulandı) peynirde koliform grubu bakteri sayısında azalma olduğu ancak tamamen durdurmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Kyung (2012) *Allium* cinsine ait bitkilerin (örn., sarımsak) antimikrobiyal ve asidik özellikler sergilediğini bildirmiştir. Otlar peynir üretiminde kullanılan ot çeşitlerinin başta E. coli olmak üzere patojen bakteriler üzerinde inhibe edici bir özellik gösterdiği bildirilmiştir (Göçen, 2005; Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Otlar peynir üretiminde kullanılan *Allium* türlerinin koliform grubu bakterilere karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Şelem ve ark., 2020; Yenipınar ve ark., 2014). Benzer bir çalışmada Ağaoğlu ve ark., (2005) sirmo, mendo ve heliz otunun koliform grubu bakteri sayısını azalttığını bildirmişlerdir. Yine Coşkun (1998) ve Andiç ve ark., (2015) otlu peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca koliform grubu bakterilerinin önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir.

Peynir örnekleri arasında en düşük koliform grubu bakteri sayısı (2.16 ± 0.28 log cfu/g) %3 sirmo otu içeren peynirlerde, en yüksek koliform grubu bakteri sayısı

(3.52 ± 0.05 log cfu/g) ise kontrol grubu peynirde tespit edilmiştir (Tablo 4.15). Çalışmada tespit edilen koliform grubu bakteri sayısı, Kurt ve Akyüz (1984) tespit ettikleri değerlerden (5.70 ile 7.90 log₁₀/g) ve Ocak ve ark., (2015) tespit ettikleri değerlerden (2.45 ± 0.02 ile 7.37 ± 0.16 log kob/g) ve Coşkun (1998) tespit ettiği değerlerden (2.59 ile 5.08 log/g) ve Tayar (1995) tespit ettiği değerlerden (2.48 ile 6.90 log₁₀kob/g) düşük, Erkan ve ark., (2007) tespit ettikleri değerlerin (0.48 ile 6.28 log₁₀/g) ve Gülmez ve ark., (2022) tespit ettikleri değerlerin (1.0 ± 0.0 ile 9.0 ± 0.1 log cfu/g) ve Aydın ve Ardıç (2019) tespit ettikleri değerlerin (1.16 ile 5.96 logkob/g) ve Tekinşen (2004) tespit ettiği değerlerin (1.00 ile 6.20 log₁₀kob/g) ve Akyüz ve ark., (1996) tespit ettikleri değerlerin (1.00 ile 4.64 log₁₀kob/g) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerin (<1 ile 4.68 log kob/g) ve İşleyici ve Akyüz (2009) tespit ettikleri değerlerin (<1.00 ile 5.89 log₁₀/g) ve Yalçın ve ark., (2007) tespit ettikleri değerlerin (<1 ile 5.48 log₁₀kob/g) alt sınırından yüksek, üst sınırından düşük bulunmuştur. Otlu peynirdeki mikroorganizmaların sayısı, üretimde kullanılan otların tür ve miktarına, tuz konsantrasyonuna ve pH değerine göre değişebilmektedir (Sagdiç ve ark., 2003). Peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayısındaki farklılıklar, otlu peynir üretimindeki çiğ süttten, otların mikrobiyolojik niteliğinden (örn., başlangıç mikroorganizma sayısı, kontamine), hijyen uygulamalarının yetersizliğinden ve olgunlaştırma koşullarından (örn., sıcaklık ve süre) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mayalar ve küfler süt ürünlerinin bozulmasında önemli bir rol oynar. Küf bozulması genellikle olgunlaşma ortamındaki nem fazlalığıyla artabilmektedir. Küf peynirin dış yüzeyinde oluşmuşsa neredeyse hiç zararlı değildir yıkama ve kesme işlemleriyle kolayca uzaklaştırılabilmektedir. Fakat küf peynirin içinde oluşmuşsa tat, doku ve renk kusurlarına neden olabilir. Dahası, peynirde küf oluşumu, küflerin

özellikle mikotoksinler olarak adlandırılan ikincil metabolitler üretmesi nedeniyle tüketicilerin sağlığı üzerinde ciddi sonuçlara yol açabilir. Bu bileşikler, büyük miktarlarda alındığında hepatit, kanama, nekroz ve hatta ölüme yol açabilir (Ritota ve Manzi, 2020). Süt ürünlerinde maya ve küfler düşük pH değerinde, düşük su aktivitesinde, düşük sıcaklık ve yüksek tuz konsantrasyonunda gelişebilmeleri nedeniyle bozulmalara yol açabilmektedirler (Kaynar, 2011). Peynir örneklerinin maya ve küf sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu görülmüştür. Bu azalmalar, %2 ve %3 sirmo otu içeren gruplarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir gruplarında olgunlaşma süresince tespit edilen azalma istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Tablo 4.16). Çalışmada özellikle %2 ve %3 sirmo otu içeren peynir gruplarında tespit edilen maya ve küf sayısının kontrol grubuna göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirmo otunun maya ve küf sayısının azalmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Literatürde benzer sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Mahajan ve ark., (2016) peynir üretiminde bitki konsantrasyonunun artmasının maya ve küf sayısında önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Foda ve ark., (2009) üretiminde kullanılan kurutulmuş nane ve ekstraktlarının beyaz peynirde maya ve küf sayısında önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya yol açtığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde otlu peynir üretiminde kullanılan ot çeşitlerinin maya ve küf gelişimini üzerinde inhibe edici olduğu ifade edilmiştir (Göçen, 2005; Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020). Olgunlaşma süresinin başlangıcında 5.09 ± 0.09 ile 5.21 ± 0.05 log cfu/g arasında değişen sayılar, olgunlaşma süresi sonunda 4.53 ± 0.46 ile 4.94 ± 0.15 log cfu/g aralığına gerilemiştir (Tablo 4.16). Literatürde benzer şekilde olgunlaşma süresinin maya ve küf sayısında azalmaya neden olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Ocak ve ark., (2015) otlu

peynirde olgunlaşma süresinin maya ve küf sayısının dalgalı bir seyir izlediğini ancak olgunlaşma süresi sonuna doğru bütün örneklerde maya ve küf sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Coşkun (1998) *Allium* bitkisi eklenen otlu peynirde olgunlaşma süresi sonunda maya ve küf sayısında azalma olduğunu tespit etmiştir.

Peynir örnekleri arasında en düşük maya ve küf sayısı 4.53 ± 0.46 log cfu/g ile %3 sirmo otu içeren peynirde, en yüksek maya ve küf sayısı 5.15 ± 0.08 log cfu/g ile %1 sirmo otu içeren peynir grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.16). Çalışmada tespit edilen maya ve küf sayısı, Kurt ve Akyüz (1984) tespit ettikleri değerlerden (6.56 ile 7.48 log₁₀/g) ve Tayar (1995) tespit ettiği değerlerden (4.50 ile 6.69 log₁₀kob/g) ve Coşkun (1998) çiğ tespit ettiği değerlerden (6.30 ile 7.81 log/g) ve Tekinşen ve ark., (1998) tespit ettikleri değerlerden (6.02 ile 7.24 log₁₀/g) ve Akyüz ve ark., (1996) tespit ettikleri değerlerden (4.99 ile 6.59 log₁₀kob/g) ve Hallaç ve ark., (2021) tespit ettikleri değerlerden (6.00 ile 6.95 log₁₀kob/g) ve Gülmez ve ark., (2022) tespit ettikleri değerlerden (5.7 ± 0.2 ile 10.1 ± 0.1 log cfu/g) düşük, Atasever ve ark., (2002) tespit ettikleri değerlerden (0.5 ile 1.12 log cfu/g) ve Ocak ve ark., (2015) tespit ettikleri değerlerden (0.0 ± 0.0 ile 4.80 ± 0.01 log kob/g) yüksek, Aydın ve Ardıç (2019) tespit ettikleri değerlerin (3.23 ile 6.86 logkob/g) ve Tekinşen (2004) tespit ettiği değerlerin (2.04 ile 6.68 log₁₀kob/g) ve Ektiren ve ark., (2020) tespit ettikleri değerlerin (3.03 ile 5.71 log kob/g) ve İşleyici ve Akyüz (2009) tespit ettikleri değerlerin (2.60 ile 8.00 log₁₀/g) ve Yalçın ve ark., (2007) tespit ettikleri değerlerin (<1 ile 5.52 log₁₀kob/g) ve Doğan (2012) tespit ettikleri değerlerin (< 1 ile 6.67 logkob/g) ve Ekici ve ark., (2019) tespit ettikleri değerlerin (3.70 ile 8.05 log cfu/g) ve Akkoç (2016) tespit ettiği değerlerin (2.00 ile 6.30 log₁₀kob/g) alt sınırından yüksek, üst sınırından düşük bulunmuştur. Peynir örneklerinin maya ve küf sayılarındaki farklılıklar, üretimde kullanılan süt ve bitkilerin mikrobiyolojik özelliklerinden, muhafaza sırasında

kontaminasyona maruz kalınmasından ve üretim teknolojisi farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Gıda maddelerinin albenisi insanın görme, koklama, tatma duyularının harekete geçmesi ve uyarılmasıyla ilişkilidir. Tüketici tercihlerinde gıdanın duysal nitelikleri (örn., tekstür ve görünüş) oldukça etkilidir (Reineccius, 1994). Duysal değerlendirme, bir gıda ürününün kalitesinin belirlenmesinde son derece önemli bir parametredir. Duysal analiz, araştırma ve pazarlama için paha biçilmez bir yöntem kümesidir. Ürün yapısı, rakip ürünlerle karşılaştırma, enstrümantal analiz verileriyle değerlendirme ve tüketicinin bilinçlendirilmesi hakkında bilgiler sunabilmektedir. Tüketiciler tarafından tat ve aromanın belirlenmesinde bu faktörler oldukça önemli bir rol oynamaktadır. (Drake, 2007). Çalışmada en yüksek lezzet puanı olgunlaşma periyodunun 90. gününde 41.61 ± 0.79 ile %1 sirmo otu içeren grupta, en düşük lezzet puanı ise olgunlaşma periyodunun 30. gününde 31.77 ± 6.18 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.17). Çalışmada lezzet açısından % 1 sirmo otlu grup en yüksek beğeni puanları (41.61 ± 0.79) almıştır. Ot oranının artmasının beğenilme puanında düşüşe neden olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süresi boyunca lezzet puanlarında genellikle artış olduğu tespit edilmiştir. Tarakçı ve ark., (2005) hem kontrol grubu hem de %2 siyabo katkı otlu peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca tat ve aroma puanının arttığı, ayrıca siyabo otunun (%2 katkı) peynirde tat ve aroma puanlarını artırdığı da bildirilmiştir. Drake (2007) olgunlaştırılan peynirlerin önemli duysal nitelikler kazandığını bildirmiştir. Coşkun ve ark., (1996) Van otlu peynirinde, ot katılım oranını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; farklı oranlarda (% 0.5, 1, 2, 3 ve 4) sirmo otu ile üretilen ve 50 gün boyunca depolanan peynir grupları arasında panelistler tarafından lezzet açısından en beğenilen peynirin %4 sirmo otu (%41.18) içeren grubun olduğunu bildirmiştir. Uçar ve Tekinşen (2004) gruplar arasında en yüksek lezzet (45 puan)

puanının olgunlaşma periyodunun 90. gününde 41.50 ± 1.00 ile %0,05 sıvı duman içeren grupta, en düşük lezzet puanının olgunlaşma periyodunun 60. gününde $32,77 \pm 4,35$ ile %0,01 sıvı duman içeren grupta tespit edildiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Tekinşen ve ark., (1998) peynir örneklerinde toplam yüz (100) üzerinden yapılan duyusal değerlendirmede lezzet puanlarının olgunlaşma periyodunun 30. gününde puanının 34.11, 60. gününde 41.17 ve 90. günde 29.06 olduğunu bildirilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi, üretim teknolojisi (örn., bitkisel katkıların tür ve miktarı) ve olgunlaştırma süresi peynir lezzetini etkilemektedir.

Çalışmada gruplar arasında en yüksek tekstür puanı olgunlaşma periyodunun 60. gününde 28.43 ± 1.25 ile %2 sirmo otu içeren grupta, en düşük tekstür puanının olgunlaşma periyodunun 30. gününde 25.08 ± 1.01 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.17). Çalışmada ot oranının %2'den %3'e çıkarılması peynir tekstürünü olumsuz etkilemiştir. Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Coşkun ve ark., (1996) tekstür açısından en beğenilen peynirin %1 sirmo otu (%29.41) içeren grubun olduğunu, ot konsantrasyonunun artmasının tekstür beğenisi açısından olumsuz bir durum oluşturduğunu bildirmişlerdir. Tarakçı ve ark., (2005) siyao otunun (%2 katkılı) peynirin kontrol grubu peynire göre, yapı ve tekstür puanının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Uçar ve Tekinşen (2004) gruplar arasında en yüksek tekstür (30 puan) puanının olgunlaşma periyodunun 60. gününde 26.79 ± 0.35 ile %0.05 sıvı duman içeren grupta, en düşük tekstür puanının olgunlaşma periyodunun 30. gününde 23.94 ± 0.78 ile %0.01 sıvı duman içeren grupta tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirmede tüketici beğenisinin kazanılmasında bakımında renk önemi bir faktördür (Okur ve Güzel-Seydim, 2011). Çalışmada gruplar arasında en yüksek renk puanı olgunlaşma periyodunun 90. gününde 9.83 ± 0.29 ile %1 sirmo otu

içeren grupta, en düşük renk puanının olgunlaşma periyodunun 30. gününde 8.47 ± 0.81 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.17). Çalışmada gruplar arasında en yüksek görünüş puanı olgunlaşma periyodunun 60. gününde 14.48 ± 0.45 ile kontrol grubunda, en düşük görünüş puanının olgunlaşma periyodunun 60. gününde 11.77 ± 0.68 ile %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.17). Çalışmada ot konsantrasyonunun artması peynirin renk ve görünüşünü olumsuz etkilemiştir. Elde edilen sonuçlar, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında tutarlılık göstermektedir. Coşkun ve ark., (1996) renk ve görünüm açısından en beğenilen grubun %2 sirmo otu içeren grubun olduğunu, ot konsantrasyonundaki artışın renk ve görünüm açısından beğenilme oranını azalttığını tespit etmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada Tarakçı ve ark., (2005) siyabo otunun peynirde renk ve görünüş puanlarını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Peynir üretiminde kullanılan bitkisel ot miktarının bölgelere göre farklılaştığı ve ortalama %0.1 ile %15 arasında değiştiği bildirilmektedir (Kurt, 1968; Tunçtürk ve Tunçtürk 2020). Panelistler tarafından yapılan duyuşsal değerlendirmeye göre; kontrol grubu peynir örneklerine verilen toplam puanın ortalaması 100 puan üzerinden 88.39, %1 sirmo otlu peynir örneklerine 91.05, %2 sirmo otlu peynir örneklerine 88.18 ve %3 sirmo otlu peynir örneklerine 82.81 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.17). Çalışmada %1 sirmo otlu gruba ait peynirin en yüksek beğeni puanı aldığı, ot oranının artmasının beğenilme puanında düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bulgularıyla uyumlu olarak, Tunçtürk ve Tunçtürk (2020) tüketicilerin ot oranı düşük olan peynirleri tercih ettiğini ve otu fazla olan peynirlerin kabul görmediğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Coşkun ve ark., (1996) %1 ve %2 sirmo otu içeren grupların (%76.47) daha yüksek beğeni puanları aldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada Coşkun ve ark., (1996) lezzet açısından düşük ot konsantrasyonlu peynirin il dışından gelen panelistler, yüksek ot

miktarlı peynirin ise yerli panelistler tarafından daha fazla tercih edildiğini ifade etmişlerdir. Peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi (özellikle yağ oranındaki farklılık), üretim teknolojisi (örn., bitkisel katkıların tür ve miktarı), olgunlaştırma şartlarındaki farklılıklar, panelist kaynaklı hatalar peynirlerin duyuşal değerlendirme (lezzet, tekstür, renk, görünüm) verileri üzerinde farklılıklara neden olabilir. Meilgaard ve ark., (1999) panelistlerin kolayca etki altında kalabilmeleri, duyuşal algıların zamanla değişebilmesi ve duyuşal algılamının insandan insana farklılık göstermesi nedenleriyle duyuşal değerlendirmede farklı sonuçların ortaya çıkabilme ihtimalinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Çeşitli süt ürünlerinde şimdiye kadar 600'den fazla uçucu bileşik tanımlanmıştır. Ancak, bu bileşiklerin yalnızca küçük bir kısmının peynir aromasından gerçekten sorumlu olduğu konusunda genel bir fikir birliği vardır (Curioni ve Bosset, 2002). Aldehitler; amino asitlerden olgunlaşma esnasında oluşmaktadırlar. Düz zincirli aldehitlerin; doymamış yağ asitlerinden β -oksidasyonu veya ışık-indirgeme reaksiyonları ile dallanmış zincirli aldehitlerin ise olgunlaşma esnasında lösin, izolösin ve valin amino asitlerinden oluştuğu belirtilmiştir (Sezen-Demirci, 2012). Yapılan analizler sonucunda Siirt ilinde geleneksel olarak üretilen otlu peynir örneklerinde toplamda 57 adet uçucu bileşiğin tespit edildiği bunların 9 tanesinin aldehit (benzaldehit, bütanal, 2-pentanal, 2-heptanal, 2-nonenal, 2,4 heptadialanal, heptanal, hekzanal ve nonanal) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada peynir gruplarının ve olgunlaşma süresinin heptanal üzerinde, olgunlaşma süresinin ise benzaldehit, bütanal, hekzanal, 2-pentanal ve 2,4 heptadialanal üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada peynir grupları arasında tespit edilen en yüksek aldehit bileşikleri olan hekzanal (0.73 ± 0.28), benzaldehit (0.16 ± 0.03), nonanal (0.16 ± 0.05), 2,4 heptadialanal (0.16 ± 0.05) ve bütanal (0.10 ± 0.07) farklı

oranda sirmo otu içeren gruplarda tespit edilmiştir. Genellikle sirmo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda aldehit içerdiği görülmüştür. Peynir örneklerinde olgunlaştırma süresince benzaldehit ve bütanal değerlerinde dalgalı bir seyir olduğu, 2-pentanal, 2-heptanal, 2-nonenal, 2,4 heptadialanal, heptanal, hekzanal ve nonanal değerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.18). Kesenkaş ve Akbulut (2006) beyaz peynirde olgunlaşma süresinin aldehit bileşikler üzerine etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Kavaz ve ark., (2013b) kullanılan ot türünün ve olgunlaşma süresinin aldehit bileşikler üzerine önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğu, tespit edilen en yüksek oranın Asetaldehit ve hekzanal bileşiklerinde olduğunu bildirmiştir. Yine Ocak ve ark., (2015) %100 koyun sütü ile üretilmiş Van otlu peynirinde olgunlaştırma süresinin aldehit bileşikler üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Tespit edilen en yüksek aldehitlerin sırasıyla tridecanal, asetaldehit, pentanal, hekzanal olduğunu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada Dağdelen ve ark., (2014) sirmo otunda tespit edilen en yüksek aldehit bileşiğinin hekzanal olduğunu bildirmiştir. Sezen-Demirci (2012) inek sütüyle üretilen peynirde en yaygın bulunan aldehitlerin oktanal, heptanal ve hekzanal gibi düz zincirli aldehitler olduğunu belirlemiştir. Heptanal ve nonanal aldehitlerinin bitki katkılı peynirde oluştuğu bildirilmiştir (Moio ve ark., 2003; Özsunar, 2010). Başka bir çalışmada Molimard ve Spinnler (1996) camembert peynirinde tespit edilen başlıca aldehitlerin hekzanal, heptanal ve nonanal olduğunu bunların peynirlerde olgunlaşmanın 1. haftasından itibaren eser miktarda oluştuğunu bildirmişlerdir. Benzaldehitin acı bademin aromatik notasına, nonanalın portakalı andıran aromatik bir notaya, hekzanalın olgunlaşmamış yeşil meyvelerin aromatik notasına sahip olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada aldehit oranlarının düşük olması dikkat çekicidir. En yüksek aldehit oranına sahip heptanal (0.95 ± 0.34) ve hekzanal (0.73 ± 0.28) bileşiğinde bile düşük oranlarda olduğu tespit

edilmiştir (Tablo 4.18). Hayaloğlu ve Karabulut (2013) aldehitlerin düşük seviyelerde olmasının nedeninin, aldehitlerin geçici bileşikler olduğu ve peynirde önemli ölçüde birikmediği çünkü hızla alkollere veya karşılık gelen asitlere dönüştüğünü ifade etmişlerdir.

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 9 adet aldehit bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.18). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Carpino ve ark., (2004) ragusano peynirde farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 8 tanesinin aldehit olduğu ifade edilmiştir. Kesenkaş ve Akbulut (2006) bazı mayaların, salamura edilen beyaz peynir aroması üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada; 26 farklı bileşiğin tespit edildiği bunların 6 tanesinin de aldehit olduğu belirtilmiştir. Dağdelen (2010) mendi otunda 114, siyabo otunda 105, yabani nanede 104, heliz otunda 69 ve Sirmo otunda 66 adet bileşik tespit edildiğini bildirmiştir. Sezen-Demirci (2012) beyaz peynirlerin aroma profili üzerine yaptığı çalışmada; inek sütüyle üretilen beyaz peynirlerde toplam 43 tane bileşiğin tespit edildiğini bunların tanesinin 5 aldehit olduğunu, koyun sütüyle üretilen beyaz peynirlerde toplam 40 adet bileşiğin tespit edildiğini ve bunların 2 tanesinin aldehit olduğunu, keçi sütüyle üretilen beyaz peynirlerde toplam 60 adet bileşiğin tespit edildiğini ve bunların 4 tanesinin aldehit olduğunu belirtmiştir. Kavaz ve ark., (2013b) 4 farklı otun kullanıldığı 4°C’de 28 günlük olgunlaşma periyodu boyunca belirli aralıklarla analiz edilen peynirlerde; toplam 60 bileşik tespit edildiğini, bunların 7 tanesinin aldehit olduğunu tespit etmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) olgunlaştırıcı bakteriler (*Brevibacterium linens* ve *Debaryomyces hansenii*) ve/veya enzimler (flavorzyme ve palatase) kullanılarak üretilen 3 farklı aromalı ve kontrol grubu peynirlerden; farklı miktarlarda toplam 4 adet aldehit tespit etmişlerdir. Hayaloğlu ve

Karabulut (2013) Van otlu peynirde farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 3 tanesinin aldehit olduğunu ifade edilmiştir. Dağdelen ve ark., (2014) Van otlu peynir üretiminde kullanılan bitkilerin uçucu bileşimini inceledikleri çalışmada sirmo, mendi, siyabo, yarpuz ve heliz'in özütlerinde sırasıyla 43, 47, 46, 79 ve 33 bileşik tespit edildiğini, sirmo otunda tespit edilen bileşiklerin 12 tanesinin aldehit olduğunu bildirmişlerdir. Güler (2014) toplam 134 uçucu bileşiğin tanımlandığını bunların 5 tanesinin aldehit olduğunu tespit etmişlerdir. Ocak ve ark., (2015) otlu peynir örneklerinde uçucu madde seviyelerinin 180 günlük saklama süresi boyunca arttığını ve pastörize süttten üretilen örneklerde 5 adet aldehit oluştuğunu tespit etmişlerdir. Akpınar ve ark., (2017) 21'i inek ve 16'sı karışım süttten (inek, koyun ve keçi) olmak üzere 37 adet İzmir tulum peynirinin aroma bileşiklerini inceledikleri çalışmada; farklı miktarlarda 8 adet aldehit bulunduğunu bildirmişlerdir. Zheng ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 6 adet aldehit bileşiğinin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Cuffia ve ark., (2020) peynir lezzetini iyileştirmek için yerel kültür kullandıkları çalışmada toplam 30 adet uçucu bileşiğin tanımlandığı bunların 2 tanesinin aldehit olduğunu tespit etmişlerdir. Gezginc ve ark., (2022) Türk tulum peynirini incelendiği çalışmada; toplam 36 uçucu bileşiğin tanımlandığı bunların 3 tanesinin aldehit olduğu bildirilmiştir. Alkan-Polat (2024) Erzincan tulum peynirinde yaptığı çalışmada; toplamda 48 adet uçucu bileşen tespit edildiği bunların 4 tanesinin aldehit olduğu bildirmiştir.

Alkoller, peynirlerin lezzetine katkıda bulunabilen ve peynirlere alkollü, şaraplı, tatlı, meyveli ve sert bir nota veren önemli uçucu bileşikler olarak tanımlanır (Hayaloğlu ve Karabulut 2013). Peynirde bulunan alkoller çeşitli metabolik yollarla sentezlenir. Bunlar laktoz metabolizması, metil keton redüksiyonu, amino asit metabolizması ve linoleik ve linolenik asitlerin degradasyonu olarak sıralanabilir (Curioni ve Bosset, 2002). Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir

örneklerinde 1-bütanol, 1-pentanol, 1-propanol, 1-hekzanol, 2-pentanol, 2-propanol, 2,3 bütandiol, benzil alkol, benzenethanol ve fenetil alkol olmak üzere toplam 10 adet alkol bileşiği tespit edilmiştir. Araştırmada peynir gruplarının ve olgunlaşma süresinin 2,3 bütandiol üzerinde, olgunlaşma süresinin ise 1-bütanol, 1-pentanol ve 1-hekzanol üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada peynir grupları arasında tespit edilen en yüksek alkol bileşiği olan 2-propanol (14.20 ± 12.78) kontrol grubu peynirde iken, 2,3 bütandiol (9.01 ± 3.71), 1-bütanol (6.91 ± 2.46), 1-pentanol (2.38 ± 0.39), fenetil alkol (2.26 ± 2.04), 1-propanol (0.81 ± 0.61), benzil alkol (0.15 ± 0.03) ve 1-hekzanol (0.13 ± 0.09) farklı oranda sirmo otu içeren peynir gruplarında tespit edilmiştir. Genellikle sirmo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda alkol içerdiği görülmüştür (Tablo 4.19). Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirmo otunun ve olgunlaşma süresinin alkol bileşikleri üzerinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Kavaz ve ark., (2013b) kullanılan ot türünün ve olgunlaşma süresinin alkol bileşikleri üzerine önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Yine Ocak ve ark., (2015) Van otlu peynirinde olgunlaştırma süresinin alkol bileşikleri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Dağdelen ve ark., (2014) sirmo otunda tespit edilen alkollerin 1-hekzanol, ethanol, 2- hekzen-1-ol, ve 2-pentanol olduğunu bildirmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Van otlu peynirinde özellikle 1-propanol, 2-bütanol ve ethanol diğer alkollere göre daha yüksek oranlarda olduğunu tespit etmiştir. Pentan-1-ol gibi birincil alkoller, amino asit ve yağ asitlerinden türetilen aldehitlerin indirgenmesiyle oluşurken, pentan-2-ol gibi ikincil alkoller metil ketonlardan oluşur (Collins ve ark., 2003; Cuffia ve ark., 2020). Peynirde 3-metil-1-bütanol gibi dallı zincirli birincil alkollerin varlığı, lösinden üretilen aldehitin indirgenmesinden kaynaklanır (Curioni ve Bosset, 2002). Fenetil alkol, gül çiçeği notaları sunan çok hoş kokulu aromatik alkoller arasında yer alır ve

esas olarak mayalar tarafından fenilalaninden üretildiği düşünülmektedir (Lee ve Richard, 1984; Zhang ve ark., 2013). İkincil alkoller genellikle yağ asitlerinden oluşan metil ketonların alkollere enzimatik olarak redüksiyonuyla ile şekillenmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Çalışmada bu grup alkollerden 2-pentanol, 2-propanol, 2,3 bütandiol alkolleri tespit edilmiştir (Tablo 4.19).

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 10 adet alkol bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.19). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Kesenkaş ve Akbulut (2006) tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin alkol olduğunu ifade edilmiştir. Sezen-Demirci (2012) inek sütüyle üretilen peynirlerde 5, koyun sütüyle üretilen peynirde 2 ve keçi sütüyle üretilen peynirlerde 14 alkol bileşiği tespit etmiştir. Kavaz ve ark., (2013b) otlu peynirde tespit edilen uçucu bileşiklerin 8 tanesinin alkol olduğunu bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 10 tanesinin alkol olduğunu ifade edilmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 26 tanesinin alkol olduğunu ifade edilmiştir. Dağdelen ve ark., (2014) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 4 tanesinin alkol olduğunu ifade edilmiştir. Güler (2014) tespit edilen uçucu bileşiklerin 15 tanesinin alkol olduğunu belirtmiştir. Ocak ve ark., (2015) tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin alkol olduğunu bildirmişlerdir. Zheng ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 9 adet alkol bileşiğinin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Cuffia ve ark., (2020) peynir örneklerinde tespit edilen uçucu bileşiklerin 8 tanesinin alkol olduğunu belirtmiştir. Gezginc ve ark., (2022) tespit edilen uçucu bileşiğin 5 tanesinin alkol olduğu ifade edilmiştir. Alkan-Polat (2024) tespit edilen uçucu bileşiğin 18 tanesinin alkol olduğu ifade edilmiştir. Peynir örneklerinin alkol bileşikleri içeriğindeki farklılıklar, aroma maddeleri arasında yer alan alkol

bileşiklerinin çiğ sütün kalitesinden ve fermentasyon ve/veya olgunlaşma süreçlerinden etkilenebildiği bildirilmiştir (Santiago-López ve ark., 2018; Urbach, 1993; Zheng ve ark., 2021).

Ketonlar çoğu peynir ürününün ortak bileşenleridir. Tipik kokuları ve düşük algi eşiklerinden dolayı, ketonlar ve özellikle metil ketonlar öncelikle olgunlaşmış ve mavi damarlı peynirlerin aromasına olan katkılarıyla bilinirler (Curioni ve Bosset, 2002). Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirimo otu içeren peynir örneklerinde asetofenon, 2-heptanon, 2-bütanon, 2-pentanone ve 3-heptanone olmak üzere 5 adet keton bileşiği tespit edilmiştir. Araştırmada olgunlaşma süresinin asetofenon, 2-heptanone ve 2-bütanon üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada peynir grupları arasında olgunlaşma süresi boyunca tespit edilen en yüksek keton bileşikler 2-bütanon ($\%18.87\pm6.35$), 3-heptanone ($\%3.92\pm1.22$), 2-heptanon ($\%0.13\pm0.11$) ve asetofenon ($\%0.11\pm0.07$) farklı oranda sirimo otu içeren peynir gruplarında tespit edilmiştir. Genellikle sirimo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda keton içerdiği görülmüştür (Tablo 4.20). Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirimo otunun ve olgunlaşma süresinin keton bileşikleri üzerinde etkili olabileceği saptanmıştır. Kavaz ve ark., (2013b) sirimo otunun ve olgunlaşma süresinin keton bileşikleri üzerine önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Kesenkaş ve Akbulut (2006) beyaz peynirde olgunlaşma süresinin keton bileşikleri üzerine etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ocak ve ark., (2015) Van otlu peynirinde olgunlaştırma süresinin keton bileşikleri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada çift zincirli metil ketonlardan olan 2-heptanone bileşiğinin olgunlaşma periyodunun başlangıcında tespit edilemediği, 2-bütanon bileşiğinin ise yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.20). Molimard ve Spinnler (1996) bütan-2-on hariç, çift sayılı zincirlere sahip metil ketonların olgunlaşma sırasında daha

sonra ortaya çıktıklarını ve çok olgun peynirler dışında asla büyük miktarlarda bulunmadığını bildirmiştir. 2-pentanon, 2-nonanon gibi metil ketonlar peynirlerde bulunan tipik lezzet bileşikleridir ve serbest yağ asitlerinin p-oksidasyonu sonucu oluşurlar (Zhang ve ark., 2013). 2-heptanon, emmental ve gorgonzola peynirlerinin önemli bir lezzet bileşiğidir (Curioni ve Bosset, 2002). Ocak ve ark., (2015) peynirde olgunlaştırma süresi sonunda en yüksek oranda bulunan aldehitlerin 2-heptanon, 2-hekzanon, 2-pentanon ve 2-bütanon olduğunu tespit etmişlerdir.

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 5 adet keton bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.20). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Carpino ve ark., (2004) tespit edilen uçucu bileşiklerin 4 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Kesenkaş ve Akbulut (2006) tespit edilen uçucu bileşiklerin 5 tanesinin keton olduğunu ifade etmişlerdir. Sezen-Demirci (2012) inek sütüyle üretilen peynirlerde 7, koyun sütüyle üretilen peynirde 7 ve keçi sütüyle üretilen peynirlerde 6 keton bileşiği tespit etmiştir. Kavaz ve ark., (2013b) tespit edilen uçucu bileşiklerin 9 tanesinin keton olduğu bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) tespit edilen uçucu bileşiklerin 16 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Dağdelen ve ark., (2014) tespit edilen uçucu bileşiklerin 1 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Güler (2014) tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin keton olduğu belirtmiştir. Ocak ve ark., (2015) tespit edilen uçucu bileşiklerin 5 tanesinin keton olduğu belirtmiştir. Akpınar ve ark., (2017) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 4 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Zheng ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 5 adet keton bileşiği tespit edildiğini bildirmişlerdir. Cuffia ve ark., (2020) peynir örneklerinde tespit edilen uçucu bileşiklerin 5 tanesinin keton olduğunu

belirtmiştir. Gezgin ve ark., (2022) tespit edilen uçucu bileşiğin 3 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir. Alkan-Polat (2024) tespit edilen uçucu bileşiğin 4 tanesinin keton olduğu ifade edilmiştir.

Yağ asitleri yalnızca kendi başlarına aroma bileşikleri değil, aynı zamanda metil ketonlar, alkoller, laktonlar ve esterlerin öncüleri olarak da görev yaparlar (Curioni ve Bosset, 2002). Serbest yağ asitleri, esterler, laktonlar ve ketonlar, düşük eşik seviyelerinde bile doğrudan peynir aromasına katkıda bulunur ve olgunlaşma sırasında peynirdeki lipitlerin metabolizması tarafından oluşturulur. Peynirde bulunan asitlerin büyük çoğunluğu süt yağının lipolizinden kaynaklanmaktadır (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013). Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde asetik asit, bütanoik asit, pentanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit, dekanolik asit, benzoik asit, propiyonik asit, nonanoik asit ve 4-methylhekzanoik asit olmak üzere toplam 11 adet asit tespit edilmiştir. Araştırmada peynir gruplarının ve olgunlaşma süresinin bütanoik asit üzerinde, olgunlaşma süresinin ise asetik asit, hekzanoik asit, propiyonik asit ve 4-methylhekzanoik asit üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Peynir grupları arasında olgunlaşma süresi boyunca tespit edilen en yüksek asit bileşikler bütanoik asit (13.49 ± 3.37), pentanoik asit (8.70 ± 7.58), propiyonik asit (6.44 ± 2.23), asetik asit (5.81 ± 1.57), benzoik asit (1.80 ± 1.29), dekanolik asit (0.75 ± 0.60) ve 4-methylhekzanoik asit (0.10 ± 0.01) farklı oranda sirmo otu içeren peynir gruplarında tespit edilmiştir. Genellikle sirmo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda asit içerdiği görülmüştür. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca bazı asit bileşiklerinde genellikle bir artış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.21). Bu sonuç doğrultusunda kullanılan sirmo otunun ve olgunlaşma süresinin bazı asit bileşikler üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Dahl ve ark., (2000) peynir gruplarında olgunlaşma süresi boyunca yağ asitlerinde

belirgin bir artış olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada Ocak ve ark., (2015) Van otlı peynirinde olgunlaştırma süresinin asit bileşikleri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu, ayrıca olgunlaşma süresi boyunca genellikle bir artış olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Kavaz ve ark., (2013b) sirmo otunun asit bileşikleri üzerine önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu, en yüksek bütanoik asit ($\%1.65\pm2.23$) oranının da sirmo otu içeren grupta olduğunu tespit etmişlerdir. Asitlerin kaynağı sadece süt yağının lipolizi değil aynı zamanda laktoz ve amino asitlerin metabolizmasıdır (McSweeney ve Sousa, 2000). Asetik asit uçucu aroma bileşiği olarak esas süt ve süt ürünlerindeki sitrat ve şeker metabolizması tarafından üretilir. Asetik asit peynirde glisin, alanin ve serinin oksidatif deaminasyonu ile de üretilir. Ayrıca peynirdeki tipik tat olan "tereyağı-krema dokusuna" büyük ölçüde katkıda bulunur (Inácio ve ark., 2020; Partidário ve ark., 1998). Bütanoik asit ve hekzanoik asit peynir olgunlaşması sırasında lipazlar tarafından trigliseritlerden oluşur (Carpino ve ark., 2004; McSweeney ve Sousa, 2000). Asetik asit, bütanoik asit ve hekzanoik asit peynirlerde bulunan serbest yağ asitlerinin en yaygın koku-aktif bileşikleridir. Bu asitler birçok peynir çeşidinde tespit edilmiştir (Curioni ve Bosset, 2002). Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Van otlı peynirde en çok tespit edilen asitlerinin bütanoik asit, hekzanoik asit, asetik asit, 3-methylbütanoik asit ve propiyonik asit olduğunu bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) peynir örneklerinde en çok tespit edilen asitlerinin bütanoik asit ve oktanoik asit olduğunu tespit etmiştir. Güler (2014) Surk peynir örneklerinde en çok tespit edilen serbest yağ asitlerinin hekzanoik asit, oktanoik asit, dekanik asit ve bütanoik asit olduğunu tespit etmiştir. Ocak ve ark., (2015) peynir örneklerinde en çok tespit edilen asitlerinin asetik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve bütanoik asit olduğunu bildirmişlerdir. Akpınar ve ark., (2017) İzmir tulum peynir örneklerinde en yüksek serbest yağ asitleri hekzanoik asit, Oktanoik asit ve dekanik asit olduğu bildirilmiştir.

Dahl ve ark., (2000) peynir örneklerinde en çok tespit edilen asitlerinin Iso-valerik asit, bütrik asit, kaproik asit, asetik asit, kaprilik asit, valerik asit, kaprik asit ve propionik asit olduğunu tespit etmiştir. Cuffia ve ark., (2020) kontrol grubu peynir örneklerinde en çok tespit edilen asitlerinin bütanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit ve dekanolik asit olduğunu ifade etmiştir. Ezine peynirinde asetik asit ve bütanoik asit önemli aroma maddeleri olarak tespit edilmiştir (Yüceer ve ark., 2009).

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 11 adet asit bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.21). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Carpino ve ark., (2004) tespit edilen uçucu bileşiklerin 3 tanesinin asit olduğu ifade edilmiştir. Sezen-Demirci (2012) inek sütüyle üretilen peynirlerde 9, koyun sütüyle üretilen peynirde 9 ve keçi sütüyle üretilen peynirlerde 11 asit bileşiği tespit etmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin asit olduğu ifade edilmiştir. Kavaz ve ark., (2013b) tespit edilen uçucu bileşiklerin 2 tanesinin asit olduğu bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) peynirde farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 14 tanesinin asit olduğu ifade edilmiştir. Güler (2014) tespit edilen uçucu bileşiklerin 11 tanesinin asit olduğu belirtmiştir. Ocak ve ark., (2015) tespit edilen uçucu bileşiklerin 9 tanesinin asit olduğu belirtmiştir. Akpınar ve ark., (2017) farklı miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 8 tanesinin asit olduğu ifade edilmiştir. Zheng ve ark., (2018) çalışmada 5 adet asit bileşiği tespit edildiğini bildirmişlerdir. Cuffia ve ark., (2020) peynir örneklerinde tespit edilen uçucu bileşiklerin 6 tanesinin asit olduğunu belirtmiştir. Gezginc ve ark., (2022) tespit edilen uçucu bileşiğin 13 tanesinin asit olduğu ifade edilmiştir. Alkan-Polat (2024) tespit edilen uçucu bileşiğin 9 tanesinin asit olduğu ifade etmiştir.

Esterler, kısa ila orta zincirli yağ asitleri ile birincil ve ikincil alkoller arasındaki esterleşme reaksiyonlarından kaynaklanan yaygın peynir uçucu maddeleridir (Zheng ve ark., 2018). Esterler genellikle meyveli tatlarla ilişkilendirilir (Inácio ve ark., 2020; Urbach, 1997). Peynirde karşılaşılan esterlerin çoğu tatlı, meyveli ve çiçeksi notalara sahip olarak tanımlanmaktadır. Özellikle etil asetat, karboksilik asitlerden kaynaklanan keskinliği ve acılığı en aza indirerek peynirin aromasına katkı sağlamaktadır (Curioni ve Bosset, 2002; Zheng ve ark., 2018). Terpenler, bitkilerin sekonder metabolizmasından kaynaklanan, genellikle böceklerle karşı savunmada kullanılan kimyasallar olarak ortaya çıkan bir grup lipofilik alifatik bileşiktir (Noni ve Battelli, 2008). Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde etil asetat, silandiol, D-limonen, alfa-pinen, beta-pinen ve copaene olmak üzere toplamda 6 adet ester ve terpen bileşiği tespit edilmiştir. Araştırmada olgunlaşma süresinin etil asetat ve silandiol üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada peynir grupları arasında olgunlaşma süresi boyunca tespit edilen en yüksek ester ve terpen bileşiklerinden etil asetat ($\%10.96\pm1.63$), alfa-pinen ($\%0.26\pm0.34$), beta-pinen ($\%0.08\pm0.09$), copaene ($\%0.08\pm0.14$) ve D-limonen ($\%0.05\pm0.08$) farklı oranda sirmo otu içeren peynir gruplarında tespit edilmiştir. Genellikle sirmo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda ester ve terpen içerdiği görülmüştür. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca silandiol, D-limonen değerlerinde artma, alfa-pinen, beta-pinen ve copaene bileşiklerinde genellikle dalgalı bir seyir olurken, etil asetat bileşiğinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.22). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Kavaz ve ark., (2013b) olgunlaşma süresinin ester ve terpen bileşleri üzerine önemli ($p<0.05$) etkisinin olduğunu ayrıca olgunlaşma süresinin etil asetat değerlerinde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Ocak ve ark., (2015) Van otlu peynirinde ester bileşiklerinin pik

alanlarının olgunlaşma süresi boyunca artan bir eğilim gösterdiğini bildirmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Van Otlı peynirinde diğer peynirlere göre önemli düzeyde β -phellandrene, β -pinene, 4-carene ve limonen tespit edildiğini bunun nedeninin peynirdeki otlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Zheng ve ark., (2018) en fazla bulunan esterlerin etil asetat, 2-fenetil asetat ve 3-metilbütıl olduğunu bildirmişlerdir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Van otlu peynirde en fazla bulunan esterlerin; etil hekzanoat, etil bütanoat, metil bütanoat ve etil asetat olduğunu bildirmişlerdir. Limonene, peynirlerde turunçgil benzeri bir tatla ilişkilendirilir (Zheng ve ark., 2013). Etil esterler, asitlerden ve ketonlardan kaynaklanan bozulmayı veya keskinliği azaltarak meyveli veya çiçeksi notalar olarak peynir aromasına katkıda bulunmaktadır (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013).

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirno otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 6 adet ester ve terpen bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.22). Literatürde benzer ve farklı sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Carpino ve ark., (2004) farklı miktarlarda 5 ester ve 3 terpen tespit edildiğini bildirmiştir. Sezen-Demirci (2012) inek sütüyle üretilen peynirlerde 6 ester, koyun sütüyle üretilen peynirde 6 ester ile 3 terpen ve keçi sütüyle üretilen peynirlerde 8 ester ile 11 terpen tespit etmiştir. Kavaz ve ark., (2013b) otlu peynirde 6 ester ve 11 terpen tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) farklı miktarlarda 11 ester ve 5 terpen tespit edildiğini bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2013) peynirde farklı miktarlarda 31 ester ve 3 terpen tespit edildiğini bildirmişlerdir. Dağdelen ve ark., (2014) farklı miktarlarda 2 ester ve 14 terpen tespit edildiğini bildirmişlerdir. Güler (2014) Surk peynirinde 42 ester ve 40 terpen tespit edildiğini ifade etmiştir. Ocak ve ark., (2015) otlu peynir örneklerinde tespit edilen uçucu bileşiklerin 8 tanesinin ester olduğunu ifade etmişlerdir. Akpınar ve ark., (2017) farklı

miktarlarda tespit edilen uçucu bileşiklerin 5 tanesinin ester olduğu ifade edilmiştir. Zheng ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 7 ester ve 4 terpen tespit edildiğini bildirmişlerdir. Cuffia ve ark., (2020) peynir örneklerinde 5 ester tespit edildiğini bildirmişlerdir. Gezgin ve ark., (2022) tespit edilen uçucu bileşiğin 8 tanesinin ester olduğu ifade edilmiştir. Alkan-Polat (2024) tulum peynirinde 11 ester ve 2 terpen tespit edildiğini bildirmiştir. Peynirin terpen içeriği çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle ova veya yaylalardaki meralardan otlanan hayvan sütlerinden üretilen peynirlerde farklı terpen profillerinin ortaya çıkması beklenen bir durumdur (Noni ve Battelli, 2008).

Sülfür bileşiklerinin amino asit degrasyonu sonucu oluştukları tespit edilmiştir. Tespit edilen sülfür bileşenleri sarımsak ve olgun peynir kokularına sahip olarak tanımlanmaktadır. Sülfür bileşiklerin suda çok düşük algılama eşiği olduğundan dolayı tespiti oldukça zordur (Molimard ve Spinnler, 1996). Sülfür bileşikleri esas olarak metionin bozunmasından kaynaklanır ve bir metionin-demetiyolaz tarafından karbon ve kükürt arasındaki bir bağın kırılmasıyla oluşur (Curioni ve Bosset, 2002). Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde disülfür ve Diallil disülfür olmak üzere toplam 2 adet sülfür bileşiği tespit edilmiştir. Çalışmada peynir gruplarının hem disülfür hem de diallil disülfür üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada peynir grupları arasında olgunlaşma süresi boyunca tespit edilen en yüksek sülfür bileşiklerinden diallil disülfür (0.66 ± 0.43) ve disülfür (0.23 ± 0.13) %3 sirmo otu içeren grupta tespit edilmiştir (Tablo 4.23). Genellikle sirmo otlu peynirlerin, kontrol peynirinden daha yüksek oranda sülfür içerdiği görülmüştür. Bunun nedeninin kullanılan sirmo otundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tiosülfinatlar, *Allium* türlerinde bulunan başlıca uçucu bileşiklerdir ve yapıları hızla değişir sonucunda sülfür bileşikleri oluştururlar

(Ehsani ve Mahmoudi, 2014). Dağdelen ve ark., (2014) sirmo otunda diğer otlara göre (mendi, siyabo, yarpuz ve heliz) daha yüksek konsantrasyonlarda sülfür tespit edildiğini, çoğunla bunların allyl disulphide içeren sülfür bileşiklerinin olduğunu tespit etmiştir. Birçok mikroorganizma, özellikle P. camemberti, G. candidum ve B. linens olmak üzere, metioninden metantiyol üretebilir. Metantiyol'dan oksidatif reaksiyonlar yoluyla dimetildisülfür ve dimetiltrisülfür gibi sülfür bileşikleri oluşabilmektedir (Curioni ve Bosset, 2002). Çalışmada tespit edilen disülfür ve diallil disülfür bileşiklerinde benzer bir mekanizma ile oluştuğu düşünülmektedir.

Kontrol grubu ve farklı oranlarda sirmo otu içeren peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca değişen oranlarda toplam 2 adet sülfür bileşiği tespit edilmiştir (Tablo 4.23). Carpino ve ark., (2004) ragusano peynirinde 4 adet sülfür tespit etmiştir. Zhang ve ark., (2013) peynirde farklı miktarlarda 5 adet sülfür tespit edildiğini bildirmişlerdir. Dağdelen ve ark., (2014) sirmo otu içeren peynirde farklı miktarlarda 7 adet sülfür tespit edildiğini bildirmişlerdir. Güler (2014) Surk peynirinde 1 adet sülfür tespit etmiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, sirmo ot ilavesiz (kontrol) ve farklı oranlarda (%1, %2 ve %3) sirmo otu ilavesiyle üretilen geleneksel Siirt otlu peynir örneklerinin 4°C'de 90 gün olgunlaştırma süresinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik, aromatik ve duysal niteliklerini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Sirmo otu ilavesi olgunlaşmanın 90. gününde pH üzerinde anlamlı bir düşüşe yol açmıştır. Özellikle % 3 sirmo otlu grupta bu etkinin belirginleştiği görülmüştür.
2. Sirmo otu ilaveli grupların a* değerleri kontrol grubu peynirinden daha düşük bulunmuştur. Sirmo ilavesinin b* değerini arttırdığı tespit edilmiştir.
3. Peynir örneklerinin TAMB ve TAPB sayılarında olgunlaşma süresi boyunca genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir.
4. Çalışmada, sirmo otunun *Lactobacillus* spp. sayısını üzerine antimikrobiyal etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir.
5. Araştırma bulguları, sirmo otunun peynirlerdeki koliform grubu bakteri popülasyonunu azaltmada etkili olabileceğini göstermektedir. Özellikle %3'lük sirmo otu konsantrasyonun peynirlerde mikrobiyolojik kaliteyi artırılabilceğini göstermiştir.
6. Çalışmada peynir örneklerine verilen en yüksek toplam duysal puanın %1 sirmo otlu peynirde (% 91.05) ve en düşük puanın ise %3 sirmo otlu peynirde (% 82.81) olduğu tespit edilmiştir.
7. Peynirde sirmo ot konsantrasyonunun ve olgunlaşma süresinin çeşitli uçucu bileşik üzerine önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada 9

aldehit, 10 alkol, 5 keton, 11 asit, 6 ester ve terpen, 2 sülfür bileşiğı ve 14 diğ er aroma bileşikleri olmak üzere toplam 57 uçucu bileşik belirlenmiştir.

Sonuç olarak, peynir üretiminde sirmo ot kullanımı ve olgunlaşma süresi geleneksel Siirt otl u peynir kalitesine olumlu katkı sunmuş ve peynirin fonksiyonel niteliklerini geliştirmiştir. Bu çalışma, sirmo otunun peynirlerdeki mikrobiyolojik stabilite üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir. Ancak, bu etkinin sirmo otunun konsantrasyonuna bağılı olduğı ve daha fazla araştırma yapılması gerektiğı açıktır. Peynir üretiminde sirmo ot miktarının ve olgunlaşma süresinin, uçucu bileşiklerin oluşumunda önemli bir etki gösterebileceğı tespit edilmiştir. Peynirde %1 sirmo otu kullanımının duysal kabul edilebilirliğı artırdığı, ancak fazla kullanımın ters etki yaratabileceğı anlaşılmaktadır. İleriki araştırmalarda, farklı katkı kombinasyonları ve tüketici eğilimleri dikkate alınarak optimizasyon çalışmalarının derinleştirilmesi önerilmektedir. Geleneksel Siirt otl u peynirde belirtilmiş bir standarttının olmaması, bu alanda daha fazla araştırma yapılmasına, peynir endüstrisinde kalite kontrol ve ürün geliştirme süreçlerine önemli katkılar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Agboola, S. O., & Radovanovic-Tesic, M. (2002). Influence of Australian native herbs on the maturation of vacuum-packed cheese. *LWT-Food Science ve Technology*, 35(7), 575-583.
- Ağaoğlu, S., Dostbil, N., & Alemdar, S. (2005). The antibacterial efficiency of some herbs used in herby cheese. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 39-41.
- Ahmed, A. K & Johnson, K. A. (2000). Horticultural development of Australian native edible plants. *Australian Journal of Botany*, 48, 417–426.
- Akarca, G., Çağlar, A., & Tomar, O. (2016). The effects spicing on quality of mozzarella cheese. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 66(2), 112-121.
- Akkoç, Z. (2016). Otlı peynirlerde histamin düzeyi ve mikrobiyolojik kalitenin araştırılması (Tez No. 428895) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Akpınar, A., Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Korel, F., Kahraman, C., & Uysal, H. R. (2017). Some physicochemical characteristics ve aroma compounds of Izmir tulum cheese produced with different milk types. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 27-35.
- Akyüz, N., Çoşkun, H., Andiç, S., & Altun, İ. (1996). Some general characteristics of pickled herbs used in making Van Herby cheese. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 6(1), 35-41.
- Albenzio, M., Santillo, A., Caroprese, M., Marino, R., Trani, A., & Faccia, M. (2010). Biochemical patterns in ovine cheese: Influence of probiotic strains. *Journal of Dairy Science*, 93, 3487-3496.

- Alemдар, S., Ağaoğlu, S., & Şahin, S. (2019). Otlу Peynir. *Turkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics*, 5(1), 186-194.
- Alkan-Polat, B. (2024). Erzincan tulum peynirinin olgunlaşma süresince uçucu bileşik profilinin belirlenmesi (Tez No. 917409) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Alp, D., & Ertürkmen, P. (2017). Probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* spp. suşlarının kolesterol düşürücü etkileri ve olası mekanizmalar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 108-113.
- Alp, D., & Öner, Z. (2014). Bazı laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençlilikleri ve aroma maddeleri oluşturma özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 39(6), 331-337.
- Altun, M., & Orak, H. (2002). Kaşar peynirinin uçucu aroma bileşikleri. *Poster Bildiri (BKP47), XVI. Ulusal Kimya Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı*, 459.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., & Roessler, E. B. (1965). Principles of sensory evaluation of food. *Academic Press*, New York.
- Andiç, S., Tunçtürk, Y., Javidipour, I., & Gençcelep, H. (2015). Effects of different herbs on biogenic amine contents ve some characteristics of Herby cheese. *Gıda*, 40(1): 1-8.
- Atasever, M., & Mazlum, H. (2024). Biochemical Processes During Cheese Ripening. *Veterinary Sciences and Practices*, 19(3), 174-182.
- Atasever, M., Ceylan, Z. G., & Alisarli, M. (2002). Changes in the sensory, microbiological ve compositional properties of Turkish white cheese during ripening. *Acta Alimentaria*, 31(4), 319-326.
- Augustin, J. M., Kuzina, V., Veersen, S. B., & Bak, S. (2011). Molecular activities, biosynthesis ve evolution of triterpenoid saponins. *Phytochemistry*, 72(6), 435–457. doi:10.1016/j.phytochem.2011.0.

- Aydemir, O. (2010). Kars kasar peynirinin karakterizasyonu (Tez No. 276659) [Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Aydın, F., & Ardiç, M. (2019). Determination of microbiological ve chemical properties of sikma cheeses collected from different provinces. *Gıda*, 44(5), 826-836 doi: 10.15237/gida.GD19088.
- Bakirci, I. (1999). The effects of some herbs on the activities of thermophilic dairy cultures. *Food/Nahrung*, 43(5), 333-335.
- Bayram, U., & Tarakçı, Z. (2020). Farklı meyve türleri ilaveli Kaşar Peynirlerinin renk değerleri ile tekstürel özelliklerinin olgunlaşmaya etkilerinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 363-372.
- Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) ve garlic (*Allium sativum*). *LWT-Food Science ve Technology*, 37(2), 263-268.
- Bertuzzi, A. S., McSweeney, P. L., Rea, M. C., & Kilcawley, K. N. (2018). Detection of volatile compounds of cheese ve their contribution to the flavor profile of surface-ripened cheese. *Comprehensive Reviews in Food Science ve Food Safety*, 17(2), 371-390.
- Bintsis, T., & Robinson, R. K. (2004). A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 88(3), 435-441.
- Bosset, J. O., & Liardon, R. (1984). The aroma composition of Swiss Gruyère cheese. II. The neutral volatile components. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 17, 359-362.
- Breer, H., Fleischer, J., & Strotmann, J. (2006). The sense of smell: multiple olfactory subsystems. *Cellular ve Molecular Life Sciences*, 63, 1465-75.

- Buffa, M., Guamis, B., Saldo, J., & Trujillo, A. J. (2004). Changes in organic acids during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. *LWT-Food Science and Technology*, 37(2), 247-253.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- Califano, A. N., & Bevilacqua, A. E. (2000). Multivariate analysis of the organic acids content of Gouda type cheese during ripening. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(6), 949-960.
- Carpino, S., Mallia, S., La Terra, S., Melilli, C., Licitra, G., Acree, T. E., & Van Soest, P.J. (2004). Composition ve aroma compounds of Ragusano cheese: native pasture ve total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 87(4), 816-830.
- Cetinkaya, A., & Atasever, M. (2015). The effects of different salting ve preservation techniques of kaşar cheese on cheese quality. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 39(5), 621-628.
- Collins Y, McSweeney P., & Wilkinson M. (2003). Lipolysis ve free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13, 841–866.
- Corzo, N., Villamiel, M., Arias, M., Jiménez-Pérez, S., & Morales, F. J. (2000). The Maillard reaction during the ripening of Manchego cheese. *Food Chemistry*, 71(2), 255–258. doi:10.1016/s0308-8146(00)00166-7.
- Coskun, H. (1998). Microbiological ve biochemical changes in herby cheese during ripening. *Food/Nahrung*, 42(05), 309-313.
- Coşkun, H., & Tunçtürk, Y. (2000). The effect of Allium sp. on the extension of lipolysis ve proteolysis in Van herby cheese during maturation. *Food/Nahrung*, 44(1), 52-55.

- Coşkun, H. & Öztürk, B. (2001). Otlı peynir adı altında üretilen peynirler üzerinde bir araştırma. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 1, 19-23.
- Coşkun, H., Bakırcı, İ., & Işık, Ş. (1996). A study on the determination of herb-addition rate in Van Herby Cheese. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(4), 97-103.
- Cuffia, F., Bergamini, C. V., Hynes, É. R., Wolf, I. V., & Perotti, M. C. (2020). Evaluation of autochthonous cultures to improve the cheese flavor: A case study in hard cheese model. *Food Science ve Technology International*, 26(2), 173-184.
- Curioni, P. M. G., & Bosset, J. O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12(12), 959-984.
- Çelik, S. E., Özyürek, M., Altun, M., Bektaşoğlu, B., Güçlü, K., Berker, K. I., & Apak, R. (2008). Antioxidant capacities of herbal plants used in the manufacture of Van herby cheese: “Otlı Peynir.” *International Journal of Food Properties*, 11(4), 747–761.
- Dafaallah, F., Mustafa, Y., Awad, K., & Razıg, A. (2021). Effect of levels of black cumin seed on quality properties of mish. *European Academic Research*, Vol. VIII, Issue 10/ January.
- Dagdelen, S., Bilenler, T., Durmaz, G., Gokbulut, I., Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2014). Volatile composition, antioxidant ve antimicrobial activities of herbal plants used in the manufacture of Van Herby cheese. *Journal of Food Processing ve Preservation*, 38(4), 1716-1725.

- Dağdelen, S. (2010). Otlı peynire katılan önemli ot türlerinin antimikrobiyal, antioksidan etkileri, aroma profili ve bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi (Tez No. 275744) [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Dahl, S., Tavaría, F. K., & Maccata, F. X. (2000). Relationships between flavour ve microbiological profiles in Serra da Estrela cheese throughout ripening. *International Dairy Journal*, 10(4), 255-262.
- De Almeida, J. D. S. O., Dias, C. O., Pinto, S. S., Pereira, L. C., Verruck, S., Fritzen-Freire, C. B., & Amboni, R. D. (2018). Probiotic Mascarpone-type cheese: Characterisation ve cell viability during storage ve simulated gastrointestinal conditions. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 195-203.
- De Carvalho, R. J., de Souza, G. T., Honório, V. G., de Sousa, J. P., da Conceição, M. L., Maganani, M., & de Souza, E. L. (2015). Comparative inhibitory effects of *Thymus vulgaris* L. essential oil against *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve mesophilic starter co-culture in cheese-mimicking models. *Food Microbiology*, 52, 59-65.
- De Noni, I., & Battelli, G. (2008). Terpenes ve fatty acid profiles of milk fat ve “Bitto” cheese as affected by transhumance of cows on different mountain pastures. *Food chemistry*, 109(2), 299-309.
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., & Ramírez, R. (2011). Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME–GC–MS. *Food Chemistry*, 129, 1156–1163.
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra, J., & Ramírez, R. (2010). Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. *Food Chemistry*, 118, 182–189. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.04.081.

- Doğan, C. (2011). Siirt otlu peynirinin geleneksel üretim yöntemi ve bileşimi (Tez No. 284481) [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Doğan, N. (2012). Siirt ilinde üretilen “Siirt Otlı Peynirinin” bazı özelliklerinin belirlenmesi (Tez No. 387637) [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Drake, M. A. (2007). Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 4925–4937. doi:10.3168/jds.2007-0332.
- Dunkel, A., Steinhaus, M., Kotthoff, M., Nowak, B., Krautwurst, D., Schieberle, P., & Hofmann, T. (2014). Nature’s chemical signatures in human olfaction: a foodborne perspective for future biotechnology. *Angewandte Chemie International Edition*, 53(28), 7124-7143.
- Ehsani, A., & Mahmoudi, R. (2012). Phytochemical properties ve hygienic effects of *Allium ascalonicum* ve *Pimpinella anisum* essential oils in Iranian white brined cheese. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(6), 1013-1020.
- Ekici, K., Okut, H., Isleyici, O., Sancak, Y. C., & Tuncay, R. M. (2019). The determination of some microbiological ve chemical features in herby cheese. *Foods*, 8(1), 23.
- Ektik, N. T. (2022). Klasik (olgunlaştırılmış) beyaz peynir üretiminin farklı aşamalarından laktik asit bakterilerinin izolasyonu, identifikasyonu ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi (Tez No. 727145) [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Ektiren, D., Güneş, S., & Vardin, H. (2020). Siirt ve çevresinde üretilen otlu peynirlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3), 260-267.

- El-Aziz, M. A., Mohamed, S. H., & Seleet, F. L. (2012). Production ve evaluation of soft cheese fortified with ginger extract as a functional dairy food. *Polish journal of food ve nutrition sciences*, 62(2), 77-83.
- Erceyes, Ö., Yıldırım, M., ve Yıldırım, Z. (2018). Tulum peynirinin toplam karbonil madde içeriği ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 1(1), 67-83.
- Ergene, G. (2019). Farklı sıcaklıklarda kurutulan dereotu ve çörek otu ilaveli çökelek peynirlerinin bazı kalite özellikleri (Tez No. 605808) [Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Erkan, E. M., Ciftcioglu, G., Vural, A., & Aksu, H. (2007). Some microbiological characteristics of herbed cheeses. *Journal of Food Quality*, 30(2), 228-236.
- Erkmen, O. (2010). Gıda Mikrobiyolojisi. *Elif Yayınevi*, Ankara, 119.
- Feeney, E. L., Lamichhane, P., & Sheehan, J. J. (2021). The cheese matrix: understveing the impact of cheese structure on aspects of cardiovascular health—a food science ve a human nutrition perspective. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 656-670.
- Foda, M. I., El-Sayed, M. A., El-Moghazy, M. M., Hassan, A. A., & Rasmy, N. M. (2009). Antimicrobial activity of dried spearmint ve its extracts for use as white cheese preservatives. *Alexandria Journal of Food Science and Technology*, 6, 39-48.
- Fontecha, J., Pebez, M., Juarez, M., Reguen, T., Gomez, C., & Ramos, M. (1990): Biochemical ve microbiological characteristics of artisanal hard goat's cheese. *Journal of Dairy Science*, 73, 1150-1157.
- Fox, P. F., & Wallace, J. M. (1997). Formation of flavor compounds in cheese. *Advances in applied microbiology*, 45, 17-85.

- Fox, P. F, Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney P. L. H. (2000). Fundamentals of Cheese Science. Gaithersburg, MD: Aspen.
- Fox, P. F. 1987. Cheese: An Overview. In Cheese: Chemistry, Physics ve Microbiology, Volume 1, General Aspects (P.F. Fox, ed.) pp. 1-33. Elsevier Applied Science, London.
- Fox, P. F., & Wallace, J. M (1997). Formation of Flavour Compounds in Chees Advances in Applied microbiology, 45, 17-85.
- Gallois, A., & Langlois, D. (1990). New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. *Le Lait*, 70, 89–106.
- Gezginc, Y., Karabekmez-Erdem, T., Tatar, H. D., Dağgeçen, E. C., Ayman, S., & Akyol, İ. (2022). Metagenomics and volatile profile of Turkish artisanal Tulum cheese microbiota. *Food Bioscience*, 45, 101497.
- Göncü, B. (2018). Bazı baharat çeşitlerinin dilimlenebilir eritme peyniri üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması (Tez No. 509519) [Doktora tezi, Harran Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Göncü, B., ve Akın, S. (2017). Baharat çeşitlerinin peynirde kullanımı. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(1), 44-53.
- Gripon, J. C., Monnet, V., Lambert, G., & Desmazeaud, M. J. (1991). Microbial enzymes in cheese ripening. In: *Food Enzymology*, 1, 131–168.
- Guinee, T. P., & Fox, P. F. (2017). Salt in cheese: physical, chemical ve biological aspects. *Academic Press*, 317-375.
- Guldigen, O., & Sensoy, S. (2016). Sirmo (*Allium* spp.), wild herb species used in herby cheese. In *VII International Symposium on Edible Alliaceae*, 1143, 117-124.

- Gutnov, A. V., Kachmazov, G. S., Chalikidi, P. N., & Tuaeva, A. Y. (2024). Gas chromatography-mass spectrometry characterization of the aroma of Ossetian cheeses. *Food systems*, 7(1), 15-21.
- Güler, Z. (2014). Profiles of organic acid ve volatile compounds in acid-type cheeses containing herbs ve spices (surk cheese), *International Journal of Food Properties*, 17(6), 1379-1392.
- Gülmez, M., Bayhan, K. Y., & Üner, S. (2022). Technical, physical, chemical ve microbiological analyses of Siirt herby cheese. *Bozok Veterinary Sciences*, 3(2), 33-39.
- Güneşer, O., & Yüceer, Y. K. (2010). Gıdalarda aroma maddelerinin belirlenmesinde gaz kromatografisi-olfaktometri (GCO) tekniklerinin kullanılması. *Gıda*, 35(5), 371-378.
- Gürsoy, O., & Kımık, Ö. (2011). Laktobasiller ve probiyotik peynir üretiminde kullanım potansiyeller. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(3), 361-371.
- Hallaç, B., Güçer, Y., Kılınççeker, O., & Poyrazoğlu, E. S. (2021). Geleneksel Siirt peynirlerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenerek halk sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Adyutayam Dergisi*, 9(1), 61-72.
- Harrigan, W. F. (1998). Laboratory methods in food microbiology. *Academic Press*, 3, 198–200.
- Hassan, F. A., Abd El-Gawad, M. A. M., & Enab, A. K. (2013). Flavour compounds in cheese. *Research on Precision Instrument and Machinery*, 2(2), 15-29.
- Hayaloglu, A. A. (2016). Cheese: Microbiology of cheese. *Reference module in food science*, 1, 1-11.

- Hayaloglu, A. A., & Fox, P. F. (2008). Cheeses of Turkey: 3. Varieties containing herbs or spices. *Dairy Science ve Technology*, 88(2), 245-256.
- Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2013). SPME/GC-MS characterization ve comparison of volatiles of eleven varieties of Turkish cheeses. *International Journal of Food Properties*, 16(7), 1630-1653.
- Hickey, D. K., Guinee, T. P., Hou, J., & Wilkinson, M. G. (2013). Effects of variation in cheese composition ve maturation on water activity in Cheddar cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 30(1), 53-58.
- International Dairy Federation(IDF). (2014). *Milk and Milk Products: Determination of Nitrogen Content: Part 1: Kjeldahl Principle and Crude Protein Calculation*. ISO.
- Inácio, R. S., Gomes, A. M., & Saraiva, J. A. (2020). Serra da Estrela cheese: A review. *Journal of Food Processing ve Preservation*, 44(5), e14412.
- İşleyici, Ö., & Akyüz, N. (2009). Van ilinde satışa sunulan otlu peynirlerde mikrofloranın ve laktik asit bakterilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), 59-64.
- Kara, S., & Köse, Ş. (2020). Geleneksel yöntemle üretilen otlu peynirlerin bazı kalite özelliklerinin ve biyoaktivitesinin belirlenmesi. *Gıda*, 45(5), 942-953.
- Kasımoğlu A, Göncüoğlu M., & Akgün S. (2004). Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *International Dairy Journal*, 14(12), 1067-1073.
- Kavaz, A., Bakirci, I., & Kaban, G. (2013a). Some physico-chemical properties and organic acid profiles of herby cheeses. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 89-95.

- Kavaz Yüksel, A., Bakırcı, İ., & Kaban, G. (2013b). Changes of volatile compounds of herby cheeses during the storage period. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(3).
- Kaynar, P. (2011). Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 41(1), 1-8.
- Keleş, A., Aygün, O., & Ardiç, M. (2004). Hatay Yöresinde Taze Olarak Tüketime Sunulan Sürkün (Çökelek) Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 20(3), 59-62.
- Kesenkaş, H., & Akbulut, N. (2006). Destek kültür olarak kullanılan bazı mayaların beyaz peynir aroması üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2), 73-84.
- Kurt, A., & Akyüz, N. (1984) Van otlu peynirlerin yapılışı ve mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikleri. *Gıda Dergisi*, 9, 141-146.
- Kyung, K. H. (2012). Antimicrobial properties of allium species. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 142–147. doi:10.1016/j.copbio.2011.08.004.
- Lang, K. W., & Sternberg, M. P. (1980). Calculation of moisture content of a formulated food system to any shown water activity. *Journal of Food Science*, 45, 1228- 1230.
- Lawrence, R. C., Gilles, J., & Creamer, L. K. (1983). The relationship between cheese texture and flavour. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 18, 175-190.
- Lee, C. W., & Richard, J. (1984). Catabolism of L-phenylalanine by some microorganisms of cheese origin. *Journal of Dairy Research*, 51(3), 461-469.

- Lee, N. K., Jeewanthi, R. K. C., Park, E. H., & Paik, H. D. (2016). Physicochemical ve antioxidant properties of Cheddar-type cheese fortified with *Inula britannica* extract. *Journal of dairy science*, 99(1), 83-88.
- Luo, M. R. (2006). Applying colour science in colour design. *Optics & Laser Technology*, 38(4-6), 392–398. doi:10.1016/j.optlastec.2005.06.0.
- MacDougall, D. B. (2010). Colour measurement of food: principles and practice. In *Colour Measurement* (pp. 312-342). Woodhead Publishing.
- Mahajan, D., Bhat, Z. F., & Kumar, S. (2016). Pine needles (*Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.) extract as a novel preservative in cheese. *Food Packaging ve Shelf Life*, 7, 20-25.
- Mariaca, R. G., Berger, T. F. H., Gauch, R., Imhof, M. I., Jeangros, B., & Bosset, J. O. (1997). Occurrence of volatile mono- ve sesquiterpenoids in highlve ve lowlve plant species as possible precursors for flavor compounds in milk ve dairy products. *Journal of Agricultural ve Food Chemistry*, 45, 4423-4434.
- Marilley, L., & Casey, M. G. (2004). Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International journal of food microbiology*, 90(2), 139-159.
- Mayol, A. R., & Acree, T. E. (2001). Advances in gas chromatography-olfactometry. *American Chemical Society*, 1, 1-11.
- Mazlum, H. (2022). Probiyotiklerin beyaz peynir üretiminde kullanımı (Tez No. 768628) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Mazlum, H., & Atasever, M. (2023). Probiotic cheese as a functional food. *Asian-Australasian Journal of Food Safety and Security*, 7(1), 20-32.
- McSweeney, P. L. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International journal of dairy technology*, 57(2-3), 127-144.

- McSweeney, P. L. H., & M. J. Sousa. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). *Sensory Evaluation Techniques* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003040729>.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P., & X Addeof (2003). Comparision of the neutral volatile flavor compounds in Mozzarella cheese made from bovine ve water buffalo milk. *Italian Journal of Food S science*, ., 5, 57-68.
- Molimard, P., & Spinnler, H. E. (1996). Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins ve properties. *Journal of dairy science*, 79(2), 169-184.
- Moreira, R. V., Costa, M. P., Frasao, B. S., Sobral, V. S., Cabral, C. C., Rodrigues, B. L., & Conte-Junior, C. A. (2020). Effect of ripening time on bacteriological ve physicochemical goat milk cheese characteristics. *Food Science ve Biotechnology*, 29, 459-467.
- Mulder, H. (1952). Taste ve flavour forming substances in cheese. *Neth. MilkDairy J*, 6, 157-167.
- Murtaza, M. A., Ur-Rehman, S., Anjum, F. M., Huma, N., & Hafiz, I. (2014). Cheddar cheese ripening ve flavor characterization: a review. *Critical reviews in food science ve nutrition*, 54(10), 1309-1321.
- Naidu, A. S., Bidlack, W. R., & Clemens, R. A. (1999). “Pro-biotic Spectra of Lactic Acid Bacteria”, *Critical Reviews in Food Science ve Nutrition*, 38(1), 13-126.
- Ocak, E., Javidipour, I., & Tuncturk, Y. (2015). Volatile compounds of Van Herby cheeses produced with raw ve pasteurized milks from different species. *Journal of Food Science ve Technology*, 52, 4315-4323.

- Ocak, E., Tunçtürk, Y., Javidipour, I., & Köse, Ş. (2015). Farklı tür sütlerinden üretilen Van otlu peynirlerinde olgunlaşma boyunca meydana gelen değişiklikler: 11. mikrobiyolojik değişiklikler, lipoliz ve serbest yağ asitleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 25(2), 164-173.
- Okur, Ö. D. ve Seydim, Z. G. (2011). Geleneksel dolaz peynirinde bazı karakteristik özelliklerin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 113-117.
- Olson, N. F. (1990). The impact of lactic acid bacteria on cheese flavor. *FEMS Microbiology Reviews*, 7(1-2), 131-147.
- Ong, L., Henriksson, A., & Shah, N. P. (2007). Chemical analysis ve sensory evaluation of Cheddar cheese produced with *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* or *Bifidobacterium* sp. *International Dairy Journal*, 17, 937-945.
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., & Akpınar-Bayazit, A. (2017). Textural properties of Herby cheese. *International Journal of Food Engineering*, 3(1), 23-28.
- Öner, Z., Karahan, A. G., & Aloğlu, H. (2006). Changes in the microbiological ve chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *LWT-Food Science ve Technology*, 39(5), 449-454.
- Özay, G., Pala, M., & Saygı, B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda*, 18(6), 377-383.
- Özçelik, H. (1994). On the herbal cheese from East Anatolia (Turkey). *Economic Botany*, 214-217.
- Özsunar, A. (2010). Manda ve inek sütleri ile bunların karışımının mozzarella benzeri peynirin fizikokimyasal özellikleri ve aroma profiline etkisi (Tez No. 268598) [Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Palenzuela, M., Sanchez-Roa, D., Damián, J., Sessini, V., & Mosquera, M. E. (2021). Polymerization of terpenes ve terpenoids using metal catalysts. *In Advances in organometallic chemistry*, 75, 55-93.
- Partidário, A. M., Barbosa, M., & Vilas Boas, L. (1998). Free fatty acids, triglycerides ve volatile compounds in Serra da Estrela cheese changes throughout ripening. *International Dairy Journal*, 8(10), 873-881. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00131-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00131-9).
- Pino, A., Liotta, L., Rveazzo, C. L., Todaro, A., Mazzaglia, A., De Nardo, F., & (2018). Polyphasic approach to study physico-chemical, microbiological ve sensorial characteristics of artisanal Nicastrese goat's cheese. *Food Microbiol*, 70, 143-154. doi: 10.1016/j.fm.2017.09.005.
- Reineccius, G. (1994). Flavor analysis. In *Source book of flavors* (pp. 24-60). Boston, MA: Springer US.
- Ritota, M., & Manzi, P. (2020). Natural preservatives from plant in cheese making. *Animals*, 10(4), 749.
- Robertson, J. A., Roberts, R. G., & Chapman Jr, G. W. (1985). Changes in oil-type sunflowerseed stored at 20 C at three moisture levels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(9), 1335-1339.
- Sablé, S., & Cottenceau, G. (1999). Current knowledge of soft cheeses flavor ve related compounds. *Journal of Agricultural ve Food Chemistry*, 47(12), 4825-4836.
- Sagdic, O., Simsek, B., & Kucukoner, E. (2003). Microbiological ve physicochemical characteristics of Van herby cheese, a traditional Turkish dairy product. *Milchwissenschaft*, 58(7-8), 382-385.

- Sagun, E., Tarakci Z., Sancak, H ve Durmaz, H. (2005). Salamura Otlı peynirde olgunlaşma süresince mineral madde değişimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 21-25.
- Sancak, H., İşleyici, Ö., Tuncay, R. ve Sancak, Y. (2018). Geleneksel olarak üretilen Bitlis Tulum peyniri ve kimyasal kalite nitelikleri. *Bitlis Eren üniversitesi fen bilimleri dergisi*, 7(2), 380-389.
- Santiago-López, L., Aguilar-Toalá, J. E., Hernández-Mendoza, A., Vallejo-Cordoba, B., Liceaga, A. M., & González-Córdova, A. F. (2018). Invited review: Bioactive compounds produced during cheese ripening and health effects associated with aged cheese consumption. *Journal of dairy science*, 101(5), 3742-3757.
- Setyawardani, T., Sumarmono, J., & Dwiyantri, H. (2022). Preliminary investigation on the processability of low-fat herbal cheese manufactured with the addition of moringa, bidara, ve bay leaves extracts. In *IOP Conference Series: Earth ve Environmental Science* (Vol. 1012, No. 1, p. 012081). IOP Publishing.
- Sezen-Demirci, F. (2012). Beyaz peynirde aroma profilinin karakterizasyonu (Tez No. 312005) [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2011). Potential application of spice ve herb extracts as natural preservatives in cheese. *Journal of medicinal food*, 14(3), 284-290.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Næss, R. M., & Østlie, H. (2008). Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese. *International dairy journal*, 18(2), 158-168.
- Soggiu, A., Piras, C., Mortera, S. L., Alloggio, I., Urbani, A., Bonizzi, L., & (2016). Unravelling the effect of clostridia spores ve lysozyme on microbiota dynamics

- in grana Padano cheese: a metaproteomics approach. *Journal of Proteome*, 147, 21–27. doi: 10.1016/j.jprot.2016.03.035.
- Soomro, A. H., Masud, T., & Anwaar, K. (2002). Role of lactic acid bacteria (LAB) in food preservation and human health-a review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(1), 20-24.
- Spinnler, H. E., & Molimard, P. (1996). Review-compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses-origins ve properties. *Journal of Dairy Science*, 79, 169–184.
- Steele J, Broadbent J., & Kok J. (2013). Perspectives on the contribution of lactic acid bacteria to cheese flavor development. *Current Opinion in Biotechnology*, 24, 135–141.
- Suna, G. (2020). *Spirulina platensis ve Chlorella vulgaris ile zenginleştirilmiş probiyotik beyaz peynir üretiminin araştırılması* (Tez No. 667454) [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Şelem, E., Nohutçu, L., Tunçtürk, R. ve Tunçtürk, M. (2020). Geleneksel otlu peynirde kullanılan allium türleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 312-326.
- Tabla, R., & Roa, I. (2022). Use of gaseous ozone in soft cheese ripening: Effect on the rind microorganisms ve the sensorial quality. *Lwt*, 170, 114066.
- Tarakci, Z., & Kucukoner, E. (2006). Note: Effect of different cultures on physico-chemical ve sensory properties of low-fat herby cheese. *Food science ve technology international*, 12(5), 423-428.
- Tarakçı, Z., Durmaz, H., & Sağun, E. (2005). Siyabonun (*Ferula* sp.) otlu peynirin olgunlaşması üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 15(1), 53-56.

- Tarakçı, Z., Coskun, H., & Tunçtürk, Y. (2004). Some properties of fresh ve ripened herby cheese, a traditional variety produced in Turkey. *Food technology ve biotechnology*, 42(1), 47-50.
- Tayar, M. (1995). Beyaz peynirlerin olgunlaşması süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler. *Gıda*, 20(2), 97-101.
- Tekinşen, O. C., & Keleş, A. (1994). Besinlerin duyuusal muayenesi. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi*, 1-14.
- Tekinşen, O. C., Atasever, M., Keleş, A., & Tekinşen, K. K. (2001). Süt, Yoğurt, Tereyağı, Peynir Üretim ve Kontrol. *Selçuk Üniversitesi Basımevi*, 7-32.
- Tekinşen, K. K. (2004). Hakkari ve çevresinde üretilen otlu peynirlerin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 20(2), 79-85.
- Tekinşen, O. C., Nizamlıoğlu, M., Keleş, A., Güner, A., & Atasever, M. (1998). Tulum peyniri üretiminde yarı sentetik kılıfların kullanılabilme imkanları ve vakum ambalajlamanın kaliteye etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(2), 63-70.
- Tuncurk M., Eryigit T., & Kaya A. R., (2017). Nutritional properties, minerals ve selected heavy metal contents in herby cheese plants of lamiaceae. *Journal of The Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 60, 47-41.
- Tunçtürk, M., & Özgökçe, F. (2015). Chemical composition of some Apiaceae plants commonly used in herby cheese in Eastern Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(1), 55-62.
- Tunçtürk, M., & Tunçtürk, R. (2020). Van otlu peyniri ve yapımında kullanılan bitkiler ile ilgili genel bir değerlendirme. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 238-244.
- Tunçtürk, Y., Ocak, E., & Köse, Ş. (2014). Farklı süt türlerinden üretilen Van otlu peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile proteoliz profillerinde olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimler. *Gıda*, 39(3), 163-170.

- Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. T.C. Resmi Gazete, sayı: 29261, 8 Şubat 2015.
- Uçar, G., & Tekinşen, O.C. (2004). Farklı dumanlama tekniklerinin selçuklu tulum peynirinin kimyasal mikrobiyolojik ve duysal niteliklerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35, 3-4.
- Uğur, A (2001). Muğla halk pazarında satışa sunulan ev yapımı peynirlerin mikrobiyolojik özellikleri. *Ekoloji*, 10(40), 3-8.
- Urbach, G. (1993). Relations between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal*, 3(4-6), 389-422.
- Urbach, G. (1997). The flavour of milk ve dairy products: II. Cheese: Contribution of volatile compounds. *International Journal of Dairy Technology*, 50(3), 79-89. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1997.tb01743.x>.
- Üçüncü, M. (1996). Süt Teknolojisi. II. Bölüm. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları* No: 32. İzmir.
- Ürkek, B., & Şengül, M., (2020). Peynirde istenmeyen tat: Acılık. *Mühendislik Alanında Teori ve Araştırmalar II* (pp.3-28), Ankara: Gece Kitaplığı.
- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). Cheese in nutrition ve health. *Dairy Science ve Technology*, 88(4-5), 389-405.
- Yalçın, S., Ardiç, M., & Nizamlıoğlu, M. (2007). Urfa peynirinin bazı kalite nitelikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2(3), 90-95.
- Yenipinar, U., Köşker, H., & Karacaoğlu, S. (2014). Turizmde yerel yiyeceklerin önemi ve coğrafi işaretleme: Van otlu peyniri. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 2(2), 13-23.
- Yılmaz, G., Ayar, A., & Akin, N. (2005). The effect of microbial lipase on the lipolysis during the ripening of Tulum cheese. *Journal of Food Engineering*, 69(3), 269-274.

- Yüceer, Y. K., İşleten, M., & Mendeş, M. (2009). Ezine Peyniri. I. Aroma Karakterizasyonu. *Gıda*, 34(6), 373-380.
- Yvon, M., & Rijnen, L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11, 185–201.
- Zhang, T., Liu, H. P., & Cao, C. L. (2013). Comparison of the flavor of different cheese flavouring agents produced by using surface ripening bacterium and/or enzymes. *Advance Journal of Food Science ve Technology*, 5(10), 1380-1389.
- Zheng, A. R., Wei, C. K., Wang, M. S., Ju, N., & Fan, M. (2024). Characterization of the key flavor compounds in cream cheese by GC-MS, GC-IMS, sensory analysis ve multivariable statistics. *Current Research in Food Science*, 8, 100772.
- Zheng, X., Li, K., Shi, X., Ni, Y., Li, B., & Zhuge, B. (2018). Potential characterization of yeasts isolated from Kazak artisanal cheese to produce flavoring compounds. *MicrobiologyOpen*, 7(1), e00533.
- Zheng, X., Shi, X., & Wang, B. (2021). A review on the general cheese processing technology, flavor biochemical pathways ve the influence of yeasts in cheese. *Frontiers in Microbiology*, 12, 703284.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Formu



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
Birim Etik Kurul Kararı

Karar Sayısı : 2021/16	Karar Tarihi : 23 / 06 / 2021
Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü, Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mustafa ATASEVER'in yürütücülüğünde, Veteriner Fakültesi Dekanlığının Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarları ile Üniversitemiz Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'nün Pilot Süt Fabrikasında yürütülecek olan "Siirt İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Otlı Peynirin Aroma Profili İle Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Niteliklerinin Belirlenmesi" isimli Doktora tezinin bilimsel araştırma projesi temelli olarak yürütülmesi ile ilgili Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü, Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanlığının 08.06.2021 tarihli ve E-20369917-000-2100146874 sayılı yazısı ve ekindeki Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu (AÜVFBEK) Başvuru Formu, Taahhütname ve Çalışma İzin Belgesi Kurulumuz tarafından değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede; adı geçen Doktora tezinin bilimsel araştırma projesi temelli olarak yürütülmesinin, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ilkesine UYGUN olduğuna, Taahhütname hükümlerine göre, çalışma sonucunun Başkanlığımıza bildirilmesine, alınan kararın Rektörlük Makamına (Hukuk Müşavirliğine) ve ilgili öğretim üyesine bildirilmesine, mevcut oy birliği ile karar verilmiştir.	

EK-2. Etik Bidirim ve İntihal Beyan Formu

	SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences	
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹		
Öğrencinin Adı ve Soyadı	Ahmet KORKMAZ	
Öğrencinin Numarası		
Ana Bilim Dalı	Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi	
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora	
Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.		
Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	%8	% 15
II. Genel Bilgiler	%12	% 35
III. Materyal ve Metod	%25	% 35
IV. Bulgular	%15	% 15
V. Tartışma	%7	% 20
Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.		

EK-3. Peynirde Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Puanlama Formu

Muayane Tarihi:		Değerlendirmeyi Yapan:							
Nitelik	En Yüksek Puan	Numune No							
Lezzet	45	Verilen Puan							
Puan Düşürücü Kriter		Ekşi							
		Acı							
		Tatsız							
		Meyvemsi							
		Sabunumsu							
		Tuzlu							
		Küfsü							
		Yemsi							
		Diğer							
Tekstür	30	Verilen Puan							
Puan Düşürücü Kriter		Sert ve Kuru							
		Yumuşak							
		Kırıntılı							
		Unumsu							
		Pütürlü							
		Gevşek							
		Diğer							
Görünüş	15	Verilen Puan							
Puan Düşürücü Kriter		Yarık, Çatlak							
		Şişkin							
		Süngerimsi							
		Küflenmiş							
		Diğer							
Renk	10	Verilen Puan							
Puan Düşürücü Kriter		Mat							
		Kirli							
		Diğer							
Toplam	100	Toplam Puan							
Not: Tam puan alamayan numunelerde, puan düşürücü özelliklerin hizalarına ‘X’ işareti koyunuz									