ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Lactococcus lactis subsp lactis NCCB 100539 SUŞUNUN BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE STARTER KÜLTÜR OLARAK KULLANIMI

Cansu ALTIN

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2022

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Lactococcus lactis subsp lactis NCCB 100539
SUŞUNUNBEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE
STARTER KÜLTÜR OLARAK KULLANIMI

Cansu ALTIN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şebnem BUDAK

Bu çalışmada, geleneksel bir peynirimizden izole edilen doğal *Lactococcus lactis subsp lactis(L. lactis)* suşunun Beyaz peynir üretiminde starter kültür olarak kullanım olanağı değerlendirilmiştir. Bu çalışma için 3 farklı peynir üretilmiştir. Bunlar sadece ticari starter kültür kullanılarak üretilen Kontrol peyniri, *L. lactis* suşu kullanılarak üretilen deneme peyniri ve *L. lactis* suşu ile ticari kültürün birlikte kullanılması ileüretilen diğer deneme peyniridir. Üretilen tüm Beyaz peynir örneklerinde, olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde kimyasal kompozisyon (pH ve asitlik, kuru madde, yağ, tuz, toplam protein, suda çözünen azot, olgunlaşma indeksi), mikrobiyel sayı (toplam aerobik mezofilik bakteri, maya-küf, koliform, *Lactobacillus* ve *Lactococcus* cinsi bakteri), uçucu bileşen profili, peptit profili, tekstür profili belirlenmiş ve örnekler duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, *L. lactis* kullanılarak üretilen peynir örnekleri ticari starter kültür ile üretilen peynir örnekleri ile uyumluluk göstermiştir. *L. lactis*' in starter kültür olarak kullanımı tat-aroma ve yapı-tekstür bakımından beğenilen özelliklerde ürün eldesi sağlama özelliğindedir. *L. lactis* kullanılarak üretilen örneklerde asetik asit, bütanoik asit, diasetil ve asetoin miktarları belirlendi. Ayrıca *Lactis* içeren örneklerdeki ester miktarlarının ticari kültür ile üretilen peynirlere göre daha yüksek ve çeşitli olması dikkat çekicidir.

L. lactis ilave edilen peynirlerde olgunlaşma indeksi değeri daha yüksek tespit edilmiş ve bu sonuç peynirlerin ileri proteolitik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, *L. lactis* suşu ile üretilen örneklerde ileri proteolitik aktivite göstergesi olarak duyusal değerlendirmede diğer peynirlere göre daha yumuşak yapı-tekstür ve sonucunun düşük, enstrümental tekstür analizlerinde ise daha düşük bir sertlik değerinin elde edilmiş olması gösterilebilir.

Aralık 2022, 89 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Lactococcus lactis,* Beyaz Peynir, peynir olgunlaşması, starter kültür

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Lactococcus lactis subsp *lactis* NCCB 100539 STRAİNUSE AS A STARTER CULTURE İN WHİTE CHEESE PRODUCTİON

Cansu ALTIN

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

Supervisor: Assoc. Prof. Şebnem BUDAK

In this study, the possibility of using the natural *Lactococcus lactis(L. lactis)* subsp lactis strain isolated from a traditional cheese as a starter culture in the production of white cheese was evaluated. Three different cheeses were produced for this study. These are Control cheese produced using only commercialstarter culture, test cheese produced using *L. lactis* strain and other experimental cheese produced by using Llactis strain and commercial culture together. Chemical composition (pH and acidity, total solids, fat, salt, total protein, water-soluble nitrogen, ripening index), microbial number (total aerobic mesophilic bacteria, yeast-mold, coliform, *Lactobacillus* and *Lactococcus* bacteria), volatile component profile, peptide profile, texture profile were determined and the samples were subjected to sensory evaluation.

According to the results obtained, cheese samples produced using *L. lactis* showed compatibility with cheese samples produced with commercial starter culture. The use of *L. lactis* as a starter culture has the feature of obtaining products with desirable properties in terms of taste-aroma and structure-texture. The amounts of acetic acid, butanoic acid, diacetyl and acetoin were determined in the samples produced using *L. lactis.* In addition, it is noteworthy that the ester amounts in the samples containing *Lactis* were higher and varied compared to the cheeses produced by commercial culture.

The ripening index value was found to be higher in the cheeses with *L. lactis* added, and this result showed that the cheeses had advanced proteolytic activity. In addition, in the samples produced with *L. lactis* strain, as an indicator of advanced proteolytic activity, softer structure-texture and a lower result in sensory evaluation compared to other cheeses, and a lower hardness value in instrumental texture analysiscan be shown.

December 2022, 89 page

Key Words: *Lactococcus lactis*, Beyaz Peynir, white cheese, cheese ripening, starter culture

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın oluşumundan tamamlanmasına kadar geçen süreçte, kıymetli fikirleriile bana yardımcı olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen hocam Doç.Dr. Şebnem Budak'a (Süt Teknolojisi Anabilim Dalı), üretim ve laboratuvar çalışmalarımda her zaman yardımcı olan arkadaşım İsmail Tijjani Kabwanga' ya ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Eğitim, Araştırma, Uygulama Süt işletmesi çalışanlarına,

Tüm istatistiksel analizlerde yardımcı olan ve bu süreç boyunca hep yanımda olan en büyük destekçim eşim İnanç Şahan Gölen'e, hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen kardeşim Çağrı Gölen'e ve İpek Döş'e,

Hayatımın her anında olduğu gibi bu süreçte de anlayışları ve sevgileriyle en büyük destek olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Cansu ALTIN

Ankara, Aralık 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK i
ÖZET ii
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 5
2.1 Starter Kültür 5
2.2 Laktik Asit Bakterileri 6
2.3 *Lactococcus lactis* 7
2.4 Peynir Üretiminde *Lactococcus lactis* Kullanılarak Yapılan Çalışmalar 8
3. MATERYAL VE YÖNTEM 12
3.1 Materyal 12
3.1.1 Çiğ süt 12
3.1.2 Ticari starter kültür 12
3.1.3 Deneme peynirinde kullanılan kültür hazırlığı 12
3.1.4 Peynir mayası (Rennet) 12
3.1.5 Kalsiyum klorür ($CaCl_2$) 13
3.1.6 Tuz (NaCl) 13
3.2 Yöntem 13
3.2.1 Beyaz peynir üretimi 13
3.2.2 Örnek alınması ve analize hazırlanması 15
3.3 Uygulanan Analizler 15
3.3.1 Yağ içeriği (%) 15
3.3.2 Toplam kuru madde (TKM) içeriği (%) 15
3.3.3 Tuz miktarı (KM'de) 16
3.3.4 pH değeri 16
3.3.5 Asitlik değeri (% Laktik asit cinsinden) 16
3.3.6 Protein miktarı 17
3.3.7 Suda çözünen azot miktarı (SÇA) 17
3.3.8 Olgunlaşma indeksi 18
3.3.9 Mikrobiyolojik analizler 18
3.3.10 Proteoliz düzeyinin belirlenmesi 19
3.3.11 Uçucu bileşenlerin belirlenmesi 21
3.3.12 Tekstür analizleri 22
3.3.13 Duyusal testler 22
3.3.14 İstatistiksel değerlendirme 23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 24
4.1 Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri 24
4.2 Peynirlerin Kimyasal Özellikleri 24
4.2.1 pH değeri 24

4.2.2 Titrasyon asitliği (% LA) **26**
4.2.3 Kuru madde içeriği **27**
4.2.4 Yağ (%) **29**
4.2.5 Tuz (%) **30**
4.2.6 Kuru maddede yağ **31**
4.2.7 Kuru maddede tuz **32**
4.2.8 Protein **33**
4.2.9 Suda çözünen azot **34**
4.2.10 Olgunlaşma indeksi **35**
4.3 Peynirlerin Mikrobiyolojik Özellikleri **36**
4.3.1 Toplam bakteri sayısı **36**
4.3.2 Maya-küf sayısı **37**
4.3.3 *Lactobacillus* cinsi bakteri sayımı **38**
4.3.4 *Lactococcus* cinsi bakteri sayımı **39**
4.3.5 Koliform cinsi bakteri sayımı **41**
4.4 Peynirlerin Duyusal Analiz Özellikleri **41**
4.4.1 Tat-koku değerlendirmesi **41**
4.4.2 Yapı-tekstür değerlendirmesi **42**
4.4.3 Renk-görünüş değerlendirmesi **43**
4.5 Tekstür Analizleri **43**
4.5.1 Sertlik (hardness) **43**
4.5.2 Yapışkanlık (adhesiveness) **44**
4.5.3 Elastikiyet (springiness) **45**
4.5.4 Esneklik (resilience) **46**
4.5.5 İç yapışkanlık (cohesiveness) **47**
4.5.6 Sakızımsılık (gumminess) **47**
4.5.7 Çiğnenebilirlik (chewiness) **48**
4.6 Uçucu Bileşen Profili **49**
4.6.1 Karboksilik asitler **50**
4.6.2 Alkoller **52**
4.6.3 Ketonlar **53**
4.6.4 Esterler **55**
4.6.5 Aldehitler **58**
4.6.6 Hidrokarbonlar **60**
4.6.7 Diğer (muhtelif) bileşenler **61**
4.7 Peptit Profili **61**
5. SONUÇLAR **68**
KAYNAKLAR **74**
ÖZGEÇMİŞ **89**

SİMGELER DİZİNİ

H_2SO_4	Sülfirik Asit
HCl	Hidroklorik Asit
NaOH	Sodyum Hidroksit
NaCl	Sodyum Klorür
$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür

Kısaltmalar

°SH	Soxhelet-Henkel
ANOVA	Varyans Analizi
GC	Gaz Kromotografisi
GC-MS	Gaz Kromotografisi Kütle Spektrometresi
HI	Hidrofilik
HO	Hidrofobik
HPLC	Yüksek Basınç Sıvı Kromotografisi
IS	Internal (iç) Standart
LA	Laktik Asit
LAB	Laktik Asit Bakterisi
RH	Bağıl Nem
RP-HPLC	Ters Faz-Yüksek Basınç Sıvı Kromotografisi
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TFA	Trifloroasetik Asit
WSN	Suda Çözünür Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Beyaz peynir üretim yöntemi 14
Şekil 4.1 Kontrol (K) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları..... 62
Şekil 4.2 Mix (M) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları 63
Şekil 4.3 *Lactis* (L) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları 63
Şekil 4.4 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 1. gününde peptit profilleri 65
Şekil 4.5 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününde peptit profilleri 65
Şekil 4.6 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 30. gününde peptit profilleri 66
Şekil 4.7 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 60. gününde peptit profilleri 66
Şekil 4.8 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 90. gününde peptit profilleri 67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Duyusal değerlendirmede kullanılan hedokonik skala 22

Çizelge 4.1 Üretimde kullanılan çiğ sütlerin bazı kimyasal özellikleri (n=3)* 24

Çizelge 4.2 Olgunlaşma süresince örneklerin pH değerlerindeki değişim (n=3) 24

Çizelge 4.3 Olgunlaşma süresince örneklerin %LA değerlerindeki değişim (n=3)..... 26

Çizelge 4.4 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru madde içeriğindeki değişim (n=3) 27

Çizelge 4.5 Olgunlaşma süresince örneklerin yağ miktarlarındaki değişim (n=3)..... 29

Çizelge 4.6 Olgunlaşma süresince örneklerin tuz miktarlarındaki değişim (n=3)..... 30

Çizelge 4.7 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede yağ miktarlarındaki değişim (n=3) 32

Çizelge 4.8 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede tuz miktarlarındaki değişim (n=3) 32

Çizelge 4.9 Olgunlaşma süresince örneklerin protein miktarlarındaki değişim (n=3) 33

Çizelge 4.10 Olgunlaşma süresince örneklerin suda çözünen azot miktarlarındaki değişim (n=3) 34

Çizelge 4.11 Olgunlaşma süresince örneklerin olgunlaşma indekslerindeki değişim (n=3) 35

Çizelge 4.12 Olgunlaşma süresince örneklerin toplam bakteri sayılarındaki değişim (log10KOB/g) (n=3)..... 36

Çizelge 4.13 Olgunlaşma süresince örneklerin maya-küf sayısındaki değişim (log_{10}KOB/g) (n=3) 37

Çizelge 4.14 Olgunlaşma süresince örneklerin *Lactobacillus* sayılarındaki değişim (log_{10}KOB/g) (n=3) 38

Çizelge 4.15 Olgunlaşma süresince örneklerin *Lactococcus* cinsi bakteri sayılarındaki değişim (log10KOB/g) (n=3) 40

Çizelge 4.16 Üretilen peynir örneklerinin tat-koku değerleri (n=3) 41

Çizelge 4.17 Üretilen peynir örneklerinin yapı-tekstür değerleri(n=3) 42

Çizelge 4.18 Üretilen peynir örneklerinin renk-görünüş değerleri(n=3) 43

Çizelge 4.19 Peynir örneklerinin sertlik (hardness) değerleri (n=3)..... 43

Çizelge 4.20 Peynir örneklerinin yapışkanlık (adhesiveness) değerleri (n=3)..... 44

Çizelge 4.21 Peynir örneklerinin elastikiyet (springiness) değerleri (n=3)..... 46

Çizelge 4.22 Peynir örneklerinin esneklik (resilience) değerleri (n=3) 46

Çizelge 4.23 Peynir örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri (n=3) 47

Çizelge 4.24 Peynir örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değerleri (n=3)..... 48

Çizelge 4.25 Peynir örneklerinin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri (n=3) 49
Çizelge 4.26 Peynir örneklerinin tespit edilen karboksilik asitlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)..... 50
Çizelge 4.27 Peynir örneklerinin tespit edilen alkollerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3) 52
Çizelge 4.28 Peynir örneklerinin tespit edilen ketonların bağıl miktarları (mg/kg) (n=3) 54
Çizelge 4.29 Peynir örneklerinin tespit edilen esterlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3) 56
Çizelge 4.30 Peynir örneklerinin tespit edilen aldehitlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3) 58
Çizelge 4.31 Peynir örneklerinin tespit edilen hidrokarbonların bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)..... 60
Çizelge 4.32 Peynir örneklerinin tespit edilen diğer bileşenlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)..... 61

1. GİRİŞ

Süt ürünleri arasında başta gelen peynirin, Türk ve Dünya mutfağında vazgeçilmez bir yeri vardır. Hiç kuşkusuz ki en büyük faktör zengin bir besin içeriğine sahip olmasıdır. Peynirler, iyi kalitede protein, yağ, kalsiyum, vitamin A ve vitamin B2 bakımından zengindir (Ayar vd. 2006).

Peynir, neredeyse tüm dünyada çok farklı aromalarda ve formlarda üretilebilen, süt temelli fermente gıda grubuna verilen temel bir isimdir (puniya vd. 2016; Fox vd. 2017a). Sütün çiğ olarak ya da pastörizasyondan sonra, pıhtılaştırıcı enzimler ve/veya zararsız organik asitler tarafından pıhtılaştırılmasından sonra türüne göre değişen belirli işlemlerin uygulanmasıyla elde edilen, olgunlaştırılmadan veya olgunlaştırıldıktan sonratüketilen, kendine has kokusu, rengi, tadı ve aroması olan bir süt ürünüdür (Topçu 2004).

Peynir üretimi, sütte bulunan kazeinlerin enzimatik veya asidifikasyon yoluyla hidrolizasyonu ve bunu takiben uygulanan değişik teknolojik işlemleri içermektedir (Karahan 2015). Enzimatik pıhtılaştırma yöntemiyle peynir üretiminde, süt, peynir mayası, starter kültür ve tuz kullanılır (Gobbetti vd. 2015; Fox vd. 2017b). Peynirlerin üretimi, bu bileşenlerin karmaşık bir etkileşimi sonucunda oluşmaktadır. Enzim kullanarak üretilen peynir üretiminde pıhtı oluşumu, peynir altı suyunun (pAS) uzaklaştırılması, asit üretimi ve tuz ilavesi gibi adımlar söz konusudur. Bileşenlerin oran değişimleri ve bunu takiben meydana gelen sonuçlar peynir türlerinin tat, aroma ve yapı gibi çeşitli özelliklerde farklılıklara neden olmaktadır (Hayaloğlu ve Özer 2011; Karabıyık ve Erdoğmuş 2019). Peynir üretiminde tüm aşamalar peynirin temel kompozisyonunu ve yapısını etki etmektedir (Karahan 2015).

Peynirin özelliklerine birçok faktör etki etmesine rağmen, ürünün karakteristik özellikleri büyük oranda olgunlaşma sürecinde belirlenmektedir (Karahan 2015). Peynirin olgunlaştırılması, peynirin lezzet, doku ve aroma özelliklerinin gelişmesini sağlayan en önemli süreçtir. Olgunlaşma süreci, mikroorganizmaların metabolizmasına ve enzimlerin aktivitesine bağlı olarak asitlerin, yağ ve proteinlerin parçalandığı ya da

bozulduğu bir dönemdir (Walther vd. 2012). Olgunlaşma döneminde peynir mikrobiyotasının etkisi oldukça önemlidir. Peynirde iki temel mikrobiyota grubu mevcuttur. Bunlardan birincisi asit üreten ve genellikle homofermantatif özellik gösteren starter laktik asit bakteri (SLAB), ikincisi ise starter olmayan laktik asit bakterilerinden (NSLAB), mayalardan, diğer bakterilerden ve küflerden oluşan karışık mikroorganizma grubudur (Morandi vd. 2006; Fortina vd. 2007). SLAB topluluğu laktik fermantasyondan sorumludur, NSLAB ise genellikle peynir olgunlaşması sırasında gelişir ve tipik duyusal özelliklerin gelişimine katkıda bulunur (Settanni ve Moschetti 2010). Özellikle peynir olgunlaşması sırasında oluşan aroma bileşikleri glikoliz, lipoliz ve proteolizden kaynaklanmaktadır. Bunlardan proteoliz, sert tip ve yarı sert tip peynirlerde lezzet ve doku oluşumu için ana biyokimyasal olaydır ve laktik asit üretim sayesinde temel bir rol oynamaktadır (Fox vd. 2004).

Ülkemizde bulunan peynir türleri değerlendirildiğinde üretim ve tüketim açısından ilk sıradaki peynir türü Beyaz peynirdir (Üçüncü 2004). Beyaz peynir üretimi esnasında starter kültürlerin temel rolü laktik asit üretimi olmakla birlikte, proteoliz ve lipoliz ve dolayısıyla lezzet oluşumuna da geniş ölçüde katkıda bulunurlar (Kieronczyk vd. 2003; Smit vd. 2005). Guarrasi vd. (2017) sadece starter olmayan laktik asit bakterilerinin (LAB) de olgunlaşma sürecinde etkili olduğunu göstermiştir.

Peynir üretiminde iki tip kültür kullanılmaktadır. Bunlar primer (starter) ve sekonder (yardımcı/adjunct) kültür olarak ikiye ayrılır. Primer kültürler starter kültür olarak da bilinmekte olup, çoğunlukla laktik asit bakterilerinden oluşmakta ve laktozdan laktik asit üretimini başlatma rolünü üstlenmektedir. Sekonder kültürler ise laktik asit oluşumundan ziyade peynirin karakteristik tadının meydana geldiği temel biyokimyasal reaksiyonlardan sorumludurlar (Irlinger vd. 2017).

Laktik asit, peynir olgunlaşmasının erken aşamalarına katkıda bulunur ve diğer aroma bileşiklerini oluşturmak için çok sayıda biyokimyasal yol ile dönüşüme uğrayabilir (McSweeney ve Sousa, 2000). *Lactococcus lactis* (*L. lactis*) ülkemiz ve dünyada peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılan başlıca LAB'dir. Teknolojik rolü her zaman üretim aşaması ile ilgili olmasına rağmen, laktokoklar ayrıca proteolitik reaksiyonlar ve

amino asit dönüşüm yolları aracılığıyla süt ürünlerinin tekstür (sertlik, yumuşaklık) ve lezzetine de katkıda bulunur (Smit ve diğerleri, 2005). Yapılan son çalışmalar, geç olgunlaşmış süt ürünlerinin, olgunlaşmanın son günlerinde bile canlı *L. lactis* hücrelerinin varlığını göstermiştir (Florez ve Mayo 2006; Rantsiou vd. 2008; Dolci vd. 2010; Masoud vd, 2011; Desfosses vd. 2013; Ruggirello vd. 2014).

L. lactis, küçük ölçekli geleneksel işlemlerden iyi kontrol edilen endüstriyel uygulamalara kadar süt fermentasyonunda uzun bir kullanım geçmişine sahiptir (Cretenet vd. 2011). Sütte *L. lactis*'in büyümesi, pıhtı oluşumuna katkıda bulunan, patojenik ve bozulmaya neden olan bakterilerin büyümesini engelleyen ve olgunlaşma için optimum biyokimyasal koşulları yaratan laktik asidin hızlı üretimi ile ilişkilidir (Fernández vd. 2011). Ticari olarak hazırlanan *L. lactis* suşları, süt fermantasyonları için endüstriyel starter kültürlerinin ana bileşenleridir (parente ve Cogan, 2004). Çiğ süt peynirlerine kıyasla ticari kültür kullanımları peynirin son lezzet ve aromasında zayıflık oluşturabilmektedir (Reyes-Diaz vd. 2020).

Bu çalışmada, *Lactococcus lactis* subsp *lactis* suşunun ülkemizin yerli kültür ihtiyacı nedeniyle Beyaz peynir üretiminde ticari kültürlere alternatif starter kültür olarak kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında üretilen kontrol peynirde ticari mezofilik homofermentatif kültür kullanılırken, deneme peynirde yerli suş *L. lactis* tek başına kullanılmış ve diğer deneme peynirinde ise ticari kültür ile yerli *L. lactis* eşit oranda karışım halinde kullanılmıştır. Tüm peynir örnekleri 90 gün boyunca olgunlaşmaya tabii tutulmuş ve bu süre boyunca 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde numuneler alınarak peynir örneklerinin aşağıda verilen fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri ile peptit ve uçucu bileşen profilleri belirlenmiştir.

1. Kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi
2. Mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi
3. Tekstür profil özelliklerinin belirlenmesi,
4. Uçucu bileşen profilinin saptanması,
5. Duyusal değerlendirme

Tamamen dışa bağımlı olduğumuz starter kültür sektöründe yabancı ticari kültürler yerine doğal kaynaklardan izole edilen yerli mikroorganizmalarımız kullanılarak üretim denemelerinin yapılması oldukça önemlidir. Bu şekilde ekonomik fayda sağlanması yanı sıra üretilecek peynirlerin tat-aroma, tekstür gibi duyusal özelliklerinde çeşitlilik yaratılabileceği de düşünülmektedir. Ülkemiz starter kültür ihtiyacını karşılama olanaklarının belirlenmesi yönünde yapılacak bu çalışma önem arz etmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Peynir, sütün peynir mayası veya zararı olmayan organik asitlerin etkisiyle pıhtılaştırılan, farklı şekillerde işlenen ve bu sırada süzülen, şekillendirilen, tuzlanan, istendiğinde aroma verici zararsız maddeler katılan, belirli sürelerde ve seviyelerde olgunlaştırılmasıyla elde edilen, besin değeri oldukça fazla bir süt ürünüdür (Yetişmeyen 1995).

Türkiye'de Beyaz peynir yapılışı ve uygulanan teknikler; yapılan bölgeye, işletmelerdeki alet ve ekipmana, peynir ustalarının bilgilerine ve görgülerine ve işletme sahibinin peynir ustasına verdiği talimatlara göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple sütün ısıtılması, soğutulması, mayalanması, pıhtının işlenmesi, peynir suyunun ayrılması, baskı, kesim, salamura hazırlanması, tuzlama, ambalajlama, ambalajların kapatılması ve peynirlerin olgunlaştırılması gibi çeşitli aşamalarda farklılıklar meydana gelmektedir (Demirci vd. 1991).

Bu çalışmada, geleneksel bir kültürümüz olan *L. lactis* ile üretilen Beyaz peynirin, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirmeleri, proteoliz seviyeleri, uçucu bileşen profili ve duyusal değerlendirmeler belirlenmiştir.

2.1 Starter Kültür

Güvenilir ve kontrollü fermentasyon sağlamak için gıdalara eklenen, özellikleri iyi belirlenmiş mikroorganizma kültürüne starter kültür denmektedir (Leroy ve Vuyst 2004).

Starter kültürler, fermente gıdaların aroma ve tekstür gelişimine sağladığı katkının önemi anlaşılmasıyla birlikte endüstrinin ilgisi oldukça artmıştır. Starter kültürler başlarda çoğunlukla süt endüstrisinde kullanılırken, bugün endüstriyel anlamda üretilen neredeyse bütün fermente gıdalarda kullanılmaktadır. Starter kültürlerin kullanılması fermente gıda üretiminde hem doğru ve tahmin edilebilir ürünlerin elde edilmesini

sağlar, hem de istenmeyen metabolitlerin meydana gelmesine engel olur (Altieri vd. 2016).

Laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılması ilk olarak laktik asit üretme yeteneklerinden dolayıdır. Buna ek olarak istenmeyen mikroorganizmaları inhibe etmesi, gıdaların duyusal ve tekstürel özelliklerini iyileştirmesi ve sağlığa bulunduğu katkılar sayesinde starter kültür olarak laktik asit bakterilerin tercih sebebidir (Tamime vd. 2006; Carminati vd. 2010).

2.2 Laktik Asit Bakterileri

LAB; gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz, hareketsiz, çubuk ya da kok şeklinde, karbonhidratların ve yüksek alkollerin fermentasyonuyla laktik asit meydana getiren, doğal bir grup olarak nitelenmiştir (Orla-Jensen 1919). Laktik asit bakterileri, genetik ve fizyolojik çeşitlilikleri sayesinde glikozu çeşitli metabolik yollar izleyip kullanarak, farklı son ürünler elde etmektedirler (Wood ve Holzapfel 1995).

Laktik asit bakterilerinin tamamının anaerobik koşullarda gelişim gösterebilme özellikleri vardır. Fakat, pek çok anaerobik bakterinin aksine oksijene karşı duyarlı değillerdir, oksijen varlığında gelişim gösterebilirler. Bu sebeple aerotolerant anaerob organizmalar olarak adlandırılırlar (Klein vd. 1998).

LAB, fermantasyon ile ürettilen laktik asit ve diğer organik asitler ile asitliğini artırarak birçok saprofit ve patojen bakterilerin gelişmesine ve çoğalmasına engel olmaktadır. Pek çok LAB suşu, bakteriyosin, diasetil, hidrojen peroksit ve asetaldehit gibi inhibitör etkiye sahip sekonder metabolitler üreterek gıda güvenliğini artırmaktadır. Dahası, bazı LAB suşlarında süt ürünlerinin tekstürel özellikleri iyileştirebilen ekzopolisakkarit (EPS) üretme yetenekleri vardır (Carminati vd. 2010).

Gıda endüstrisinde, fermente gıdalarda stater kültür olarak kullanılan altı cins laktik asit bakterisi (patojen olmayan) vardır:

- *Lactococcus* sütte,
- *Lactobacillus* sütte, ette, sebzede ve hububatta,
- *Leuconostoc* sebzede ve sütte,
- *Pediococcus* sebzede ve ette,
- *Oenococcus* şarapta,
- *Streptococcus* sütte kullanılmaktadır (Holzapfel 2003; Foulquie vd. 2006).

Çeşitli fermente süt ürünlerinden LAB izole edilebilmektedir. Gözeneksiz sert peynirler, küçük gözenekli peynirler, fermente probiotik süt, İsveç ve İtalyan tipi peynirlerden (Leroy ve De Vuyst 2004), Morocco yumuşak Beyaz peynirinden (Ouadghiri vd. 2005), tereyağı, yayık ayranı, yoğurt (Tamime ve Marshall 1997), Yunan Graviera peyniri (Samelis vd. 2011), kefir (Chen vd., 2008), ekşi krema (Zamfir vd., 2006) LAB izole edilen başlıca fermente süt ürünlerine örnek verilebilir.

Laktik asit bakterileri, tüm peynir çeşitlerinde hem üretim hem de olgunlaşma sırasında peynir için önemli role sahiplerdir. Birçok peynir çeşidinin mikrobiyotasını ise bakteri, küf ve mayaların oluşturduğu kompleks mikroorganizmalar meydana getirmektedir (Gürsoy ve Kesenkaş 2011).

Türkiye'de peynir endüstrisinde *Lactococcus lactis* ve *Lactococcus cremoris* suşlarını içeren mezofilik homofermentatif kültürler kombine halde starter kültür olarak kullanılmaktadır. Starter kültürlerin ilk sorumluluğu asit üretmek olmakla birlikte, peynirlerin olgunlaşma süresin boyunca önemli görevleri vardır.

2.3 Lactococcus lactis

Lactococcus lactis suşları sütün fermentasyonu için kullanılan starter kültür ana bileşenleridir. *Lactococcus lactis*'in süt fermentasyonunda küçük ölçekli geleneksel üretimlerden iyi kontrol edilen endüstriyel üretimlere kadar kapsamlı bir kullanım geçmişi vardır (Başaran 2001).

Biyolojik sınıflandırma verilerine göre, *L. lactis* türünün altında lactis, cremoris ve hordniae olmak üzere üç alttür mevcuttur. Süt endüstrisi açısından özellikle *L.lactis* subsp. *lactis* ile *L.lactis* subsp. *cremoris* oldukça büyük bir öneme sahiptir (Corroler 1998).

Lactococcus lactis, süt fermantasyonunda lezzet vermek için kullanılan asitleştirici bir kültürdür (Stanley 2003). Peynir üretiminde *Lactococcus* suşlarının en önemli özelliği sütü hızlı asitleştirme yetenekleridir. Diğer ortak özellikler, peynir endüstrisi için proteoliz, tuz toleransı, faj direnci ve hızlı otoliz gibi potansiyel suşların seçiminde bilgi verir (Ayad vd. 1999; Morales vd. 2003).

Türkiye'deki bazı yöresel peynirlerden tanımlanan *Lactococcus lactis* türleri aşağıda listelenmiştir*:*

- Kopanisti peyniri: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (Karabıyıklı 2006)
- Sepet loru: *L. lactis* subsp. *lactis* (Ercan 2009)
- Mengen Peyniri: *L. lactis* subsp. *lactis* (Akoğlu vd. 2016)
- Şavak tulum peyniri: *L. lactis* subsp. *cremoris* ve *L. lactis* subsp. *lactis* (Öksüztepe vd. 2004)
- Manura peyniri: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (Gerasi vd. 2004)
- Orinotyri peyniri: *L. lactis* subsp. *lactis* (pradromou vd. 2001)

2.4 Peynir Üretiminde *Lactococcus lactis* Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Thuy Ho vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada bitkilerden, meyvelerden ve sebzelerden izole edilen toplam 897 LAB, bir MRS agar kaplama testi kullanılarak anti-*Listeria* aktiviteleri açısından taranmış ve güçlü aktiviteye sahip on dört izolat, 16S rRNA gen dizilimi ile *Lactococcus lactis* olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan bu *L. lactis* izolatlarının peynirde *Listeria monocytogenes (L. monocytogenes)*'e karşı biyokoruyucu olarak kullanım için karakterize etmişlerdir. Ve sonuçta, *L. lactis* suşları, gıda kaynaklı patojen *L. monocytogenes*'in büyümesini önlemek, lezzet gelişimini arttırmak ve peynir

olgunlaşmasını hızlandırmak için peynir üretiminde biyolojik koruyucular ve/veya yardımcı kültürler olarak potansiyele sahip olduğunu göstermişlerdir.

Benkerroum vd. (2000) yaptıkları çalışmada, bakteriyosin üreten *L. lactis* suşlarının, peynir ürünlerinin mikrobiyal kalitesini ve güvenliğini artırarak bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve gıda kaynaklı patojenlerin büyümesini engellediğini göstermişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, Beyaz peynir üretiminde *Lactocoocus lactis* kültürlerini kullanılarak etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; starter kültür kullanılmasının kimyasal, biyokimyasal ve duyusal özellikler üzerindeki olumlu etkileri bildirilmiş ve sonuçta olgunlaşma sürecindeki kalitesi en iyi olanın *L. lactis* spp. *lactis* NCD0763 ve *L. lactis* spp. *lactis* UC317 beraber kullanıldığında olduğu belirtilmiştir (Hayaloğlu vd. 2005).

Kaşar peynir üzerinde yapılan bir çalışmada ise kullanılan kültüre (*Lactobacillus helveticus*) ilaveten *L. lactis* subsp. *cremoris* kullanılan süte eklenmiştir. *L. lactis* subsp. *cremoris* endüstriyel kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak, lipoliz ve proteolize önemli bir katkı sağladığı görülmüştür. Ayrıca, duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında, *L. lactis* subsp. *cremoris*'in kaşar peyniri lezzetini olumlu olarak etkilediği belirtilmiştir (Göze 2018).

Bir başka çalışmada *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* izolatlarının (çiğ koyun sütünden üretilen peynirlerden ve inek sütünden izole edilen) antibiyotiklere karşı dirençliliği, antibakteriyel etkileri ve bazı biyokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. *L. lactis* ssp. *lactis* izolatları maksimum antimikrobiyal etkisini *Enterococcus faecalis*'e karşı göstermiştir. Sonuçta, koyun peynirinden izole edilen *L. lactis* ssp. *lactis*'in daha fazla antimikrobiyal aktivitesi olduğu ve laktik asit üretimi yeteneği olduğu belirlenmiştir (Vahabzadeh ve Özpınar 2018).

Ruggirello vd. (2018) yaptıkları çalışmada, *L. lactis* subsp. *lactis* model peynirler 180 gün olgunlaştırılmıştır. Örnekler, üretim ve olgunlaştırma adımlarında hem geleneksel kaplama hem de ters transkripsiyon kantitatif PCR (RT-qPCR) ile RNA'nın doğrudan analiziyle *L. lactis*' in yaşayabilirliği açısından ve GC-MS ile aroma profili analizi yapılmıştır. RT-qPCR analizine göre, *L. lactis*, 180 günde 3e4 Log CFU/g nihai ortalama yüklerle, peynir yapımı ve olgunlaşmaa sürecinin tamamı boyunca *L. lactis* canlı bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, *L. lactis'* in geç peynir olgunlaşması sırasında devam etme kabiliyeti hakkında yeni bilgiler ekleyerek mikroorganizmanın peynir aroması oluşumuna potansiyel bir katkısı olduğu gösterilmiştir.

Dolci ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (2020); starter kültür olarak *L. lactis*'in mikrobiyota ve bir İtalyan çiğ süt peynirinin metabolom profilinde elde edilen sonuçlara göre, *L. lactis*'in peynir yapımında starter kültür olarak önemli rolü olduğu gösterildi. Ayrıca aroma ve mikrobiyal kaliteye olan katkıları da vurgulandı.

Yapılan bir çalışmada, yardımcı kültür olarak kullanılan *L. lactis* suşlarının proteolitik aktivitesi ve peynir modellerinde anjiyotensin dönüştürücü enzimin (ACE) peptit inhibitörlerini üretme yetenekleri incelenmiştir. Bu çalışmada, *L. lactis* suşlarının başlangıç ve genel proteolitik aktiviteleri belirlenmiş ve peptitlerin inhibisyonundaki değişikliklerle bağlantılı olarak, olgunlaşmaları sırasında peynir modellerinde peptit ACE inhibitörlerinin içeriği üzerinde *L. lactis* suşlarının çeşitli etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Garbowska vd. 2020).

Büyükyörük (2007) tarafından yapılan bir çalışma ile *L. lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis* Cottage peynirinin aromasına olumlu katkı sapladığı görülmüştür. *L. lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis*, sitratı kullanabilir ve kullanılan sitrattan CO_2 ve diasetil meydana gelmektedir. Çalışmada, oluşan CO_2'in peynirin tekstürüne, diasetilin ise aromasına katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada Cheddar peynirinde % 0.2–0.5 aralığında sitrat içeriği tespit edilmiştir. Sitrat, mezofil starter kültürler ile üretilen bazı ürünlerde aroma bileşiklerinin öncüsü olduğu ve Cheddar peynirinde tat ve aromaya katkı sağladığı belirtilmiştir (Büyükyörük 2007).

Reyes-Díaz ve arkadaşları (2020) yapıkları çalışmada pastörize sütle yapılan Meksika Fresco peynirinde yabani *L. lactis* suşları tarafından üretilen uçucu bileşikleri karakterize etmeyi hedeflemişler ve dört yabani *L. lactis* suşu duyusal ve enstrümantal analiz kullanılarak Meksika Fresk peynirinde aroma üretimi açısından değerlendirmişlerdir. Ve sonuçta Meksika Fresk peyniri spesifik aroması için, arzu edilen aromaların üretimi için *L. lactis* suşunun uygunluğunu belirleyen anahtar bileşiklerden biri olduğu düşünülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çiğ süt

Ankara Üniversitesi Süt İşletmesi çiftliğinden sağlanan inek sütü kullanılmıştır. Çiğ süt 72˚C'de 2 dakika ısıl işleme tabi tutularak 37˚C de mayalanma sıcaklığına soğutulmuştur.

3.1.2 Ticari starter kültür

Chr HANSEN firmasına ait R-707 kodlu mezofilik homofermentatif kültür (*L. lactis* ve *L. cremoris*) yaklaşık 1 ton süt için 1 paket (50U) olacak şekilde kullanılmıştır.

3.1.3 Deneme peynirinde kullanılan kültür hazırlığı

Öncesinde çiğ sütten üretilmiş olan geleneksel Divle Obruk peynirinden izole edilen -80˚C'de muhafaza edilen *L. lactis* suşunun M17 sıvı besiyerinde iki kez aktifleştirme işlemi yapılmıştır. *Lactococcus lactis* subsp *lactis* NCCB 100539 suşunun stok kültürleri 5 ml'lik M-17 Broth'a 100 µl aktarılarak canlandırılmıştır. 30˚C' de 24 saat inkübasyona bırakılan kültürlerden santrifüjleme yolu (8000 rpm, 4oC, 15 dk) (Sigma 3-18K, Germany) ile elde edilen pelet, ikinci canlandırma için 108˚C'de 7 dk sterilize edilen % 10 kuru maddeli 300 ml rekonstitüe süte inoküle edilmiştir. 30˚C'de 24 saat tekrar aktive edilen kültürler peynir üretiminde kullanıma alınmıştır.

3.1.4 Peynir mayası (Rennet)

Peynirlerin üretiminde 1:16000 kuvvetinde olan % 100 dana şirdeninden elde edilen Naturen (Chr Hansen, Türkiye) maya 10 katı kadar seyreltilip kullanıma alınmıştır.

3.1.5 Kalsiyum klorür ($CaCl_2$)

Solvay Chemical adlı firmadan alınan kalsiyum klorür peynirin üretileceği süte % 0.02 oranıyla % 50'lik çözeltiden eklenmiştir.

3.1.6 Tuz (NaCl)

Üretilen peynirler için kullanılan salamurada, markası Salina olan karınca başı tuz kullanılmıştır. % 14'lük Bome'ye ayarlanan salamuralar ısıl işleme tabi tutularak hazırlanmıştır.

3.2 Yöntem

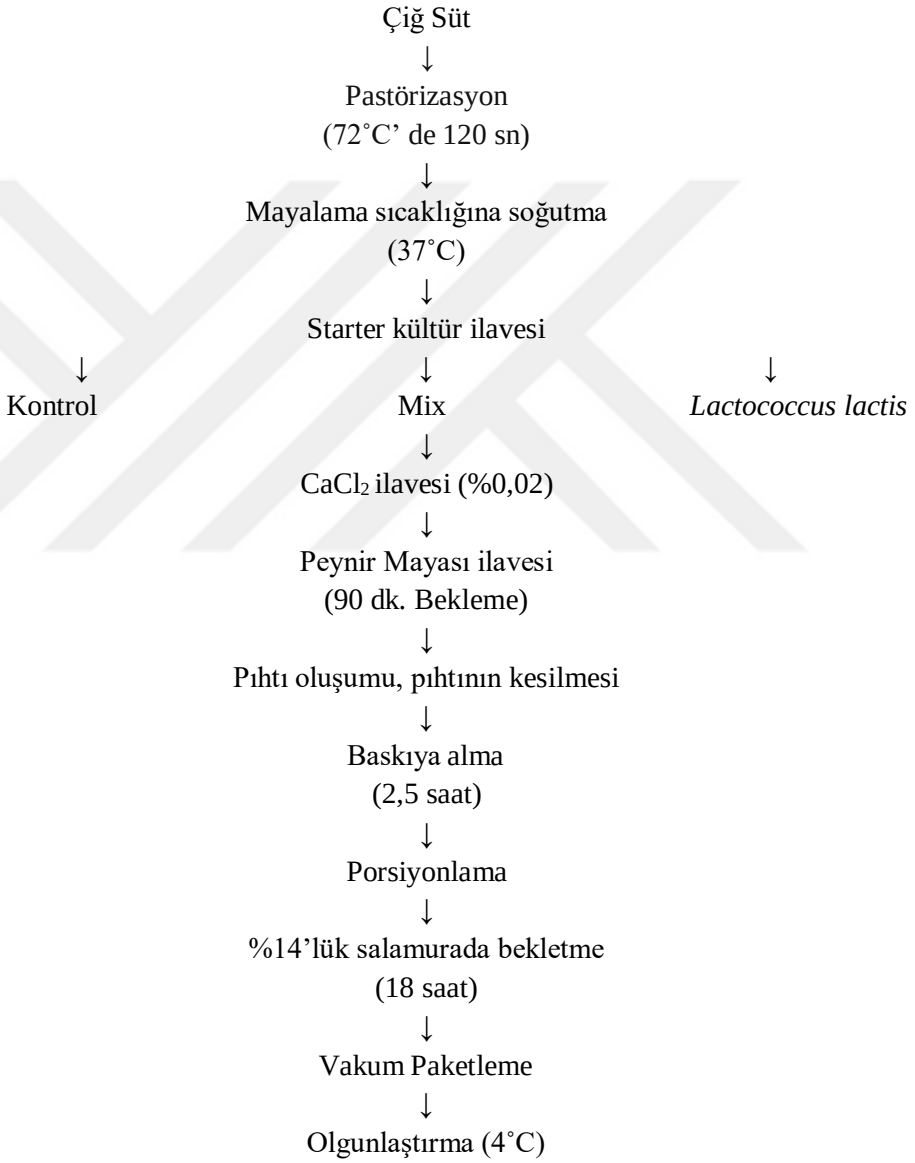
3.2.1 Beyaz peynir üretimi

Üretimler Ankara Üniversitesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Süt İşletmesinde yapılmış olup, inek sütü kullanılmıştır. Tekerrür 1, Tekerrür 2 ve Tekerrür 3 olmak üzere 15'er gün ara ile 3 farklı üretim gerçekleştirilmiştir. Bu üretimlerde sadece ticari starter kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirler kontrol (K), ticari starter kültüre ek olarak *L. lactis* suşu ile üretilenler mix (M), L. lactis suşu ile üretilenler Lactis (L) olmak üzere 3 grupta üretimler gerçekleştirilmiştir.

Üretim aşamaları Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiş olup, ayrıca aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

İlk olarak üretimde kullanılan çiğ süt 72˚C 'de 2 dk ısıl işlem uygulanarak 37˚C'ye soğutulmuştur. Mayalama sıcaklığına getirilen süte ilk olarak belirtilen oranda $CaCl_2$, her birinde 25 lt süt olan teknelere ilave edilmiştir. Daha sonra (K) kodlu kontrol örneğinde sadece ticari kültür (% 1 oranında), (L) kodlu örnekte *Lactococcus lactis* (% 1 oranında) suşu, (M) kodlu örnekte ticari kültüre (% 0.5 oranında) ek olarak *Lactoccus*

lactis suşu (% 0.5 oranında) olacak şekilde ayrı ayrı teknelerde maya ve starter kültür süte katılmıştır. Maya kuvveti maya miktarı hesaplanarak 90 dk sonra pıhtı kesilecek şekilde eklenmesi gereken rennet enzimi hazırlanmıştır. Belirlenen süre sonrasında pıhtıkesilerek peynir altı suyu ayrılmaya başlamıştır. Teleme 150 dk baskıda bekledikten sonra porsiyonlara ayırarak % 14 'lük salamurada 18 saat olgunlaştırma yapılmış ve sonrasında vakum ambalajlanarak (MULTIVAC C450, UK) 4˚C 'de olgunlaştırmaya bırakılmıştır.



Şekil 3.1 Beyaz peynir üretim yöntemi

3.2.2 Örnek alınması ve analize hazırlanması

Üretimde elde edilen peynirler salamura öncesinde ortalama 234-268 g aralığında 12 parçaya porsiyonlanmıştır. Sonrasında vakum paketler içerisinde 4˚C de olgunlaşmaya bırakılan peynirlerden; 1., 15., 30., 60., ve 90. Günlerde tüm peynirlerden iki paralel olacak şekilde örnek alınarak analizler yapılmıştır.

Her bir parti üretim randımanlarının karşılaştırılması kapsamında üç ayrı üretimde kullanılan 25 L süt için kaç kg peynir elde edildiği hesaplanmıştır. Kontrol peyniri için ortalama 25 litre sütten 3133 g peynir, Mix peyniri için 25 litre sütten ortalama 2908 g peynir, Lactis peyniri için 25 litre sütten ortalama 3028 g peynir elde edilmiştir.

3.3 Uygulanan Analizler

Peynir örneklerine uygulanan kimyasal, mikrobiyolojik, kromatografik, duyusal ve tekstürel analizler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Yağ içeriği (%)

Gerber santrifüjünde belirlenmek üzere; bütirometre kadehçiğine 3 g peynir örneği tartılıp, 1.55' lik H_2SO_4 eklenmesini takiben 60˚C 'deki su banyosu içinde peynir eriyinceye kadar tutulmuştur. Sonrasında 1 ml amil alkol ilave edilerek bütirometre seviyesi sülfürik asit ile tamamlanmıştır. Bütirometrenin tıpası kapatıldıktan sonra 10 dk santrifüjlenip ve ölçü yazan taraftan 100 g örneğin içerdiği yağ miktarı gram cinsinden okunmuştur (Metin 2008).

3.3.2 Toplam kuru madde (TKM) içeriği (%)

Toplam KM miktarı gravimetrik yöntemle % (w/w) olarak belirlenmiştir. Yöntem ortalama 3 g peynir örneğinin 105˚C 'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilmesi şeklinde uygulanmıştır (Metin 2008).

3.3.3 Tuz miktarı (KM'de)

Belli miktardaki peynirin 0.1 N gümüş nitrat çözeltisiyle titrasyon yapılarak hesaplanmıştır. 10 g tartılan ve 60˚C' de 100 ml saf su ile homojen hale getirilen numuneden 25 ml çekilmiştir. Renk indikatörü olan potasyum kromat (K_2CrO_4) ekledikten sonra $AgNO_3$ ile titrasyon yapılmıştır. Belirtilen formül kullanılarak % tuz hesaplanmıştır.

$$\%\, Tuz = \frac{V \times N \times 0.0585}{m} \times 100$$

V: kullanılan $AgNO_3$ miktarı (ml)
N: $AgNO_3$ normalitesi
m: numune miktarı

3.3.4 pH değeri

pH metre (Mettler Toledo MP225) kullanılarak pH ölçülmüştür. 10 gram örnek tartılarak üzerine 10 ml saf su eklenmiş ve homojen hale getirilerek pH ölçümü gerçekleştirilmiştir.

3.3.5 Asitlik değeri (% Laktik asit cinsinden)

Titrasyon 0.1 N sodyum hidroksit ile yapılarak % LA (laktik asit) cinsinden hesaplanmıştır. Havanda ezilen peynir örneğinden erlen içerisine 10 g tartılıp 10 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Sonrasında üzerinee 2 3 damlacık % 1'lik fenolftalein indikatör olarak ilave edilerek 0.1'lik NaOH kullanılarak yaklaşık 30 sn kalıcı açık pembe renk oluşuncaya dek titrasyon yapılmıştır. Harcanan NaOH miktarı hesaplanarak % laktik asit miktarı bulunmuştur.

$$\%\ laktik\ asit = \frac{V \times 0.009}{m} \times 100$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH çözeltisi (ml)

m: Titrasyonda kullanılan peynir miktarı

3.3.6 Protein miktarı

Mikro kjeldahl yöntemi uygulanarak toplam azot içeriği tespit edilmiştir (Gripon vd. 1975). Kjeldahl banlonlarına örnekler 1 er gram tartılarak üzerlerine 1 ml bakır sülfat ($CuSO_4$), 1 ölçek potasyum sülfat (K_2SO_4) ve derişik (% 98'lik) sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilmiştir. Beyaz renk gelinceye kadar bu içerik yakma ünitesinde tutulmuştur. Destilasyon işleminden sonra kesin normalitesi bilinen 0.05 N HCl kullanılarak titrasyonu yapılmıştır. Toplam azot miktarı belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Gripon vd. 1975).

$$Toplam\ Azot = \frac{1.4007\ x\ Nk\ x\ V}{\mathrm{m}}$$

Nk: 0.05 N HCl çözeltisinin kesin normalitesi

V: Harcanan HCl miktarı, ml

m: Örnek miktarı,g

Toplam azot 6.38 katsayısı ile çarpılıp protein miktarı bulunmuştur.

3.3.7 Suda çözünen azot miktarı (SÇA)

Peynir örneklerinden 10 g tartılarak üzerine pH 7.0'ye ayarlanıp 0.5 M trisodyum sitrat 40 ml eklenmiştir. Karışım 15-20 dk civarında 40°C'lik su banyosunda tutulmuştur. Sonrasında karışım 30 sn aralıklarla 4 defa karıştırılmıştır. Daha sonra 200 ml'lik balon jojeye aktarılıp çizgiye dek saf su eklenmiştir. Hazırlanmış olan örneklerden suda çözünen azot için 150 ml ölçülerek, 1 N HCl ile pH 4.4'e ayarlanmıştır. Daha sonra 200 ml boyutundaki balon jojeye aktarılarak ve Whatman 42 kağıdıyla 2 kez filtrelenmiştir.

Filtrelenen çözeltilerden 5 ml mikro Kjeldahl balonlaraa alınarak sırayla 1 ml % 0.5 oranında $CuSO_4$, 1 spatül K_2SO_4 ve 5 ml H_2SO_4 eklenip berrak renk görülünceye kadar yakılmıştır. Destilasyon işleminden sonra 0.05 N HCl ile pembemsi renk bir süre kalıcı oluncaya dek titrasyon yapılmıştır.

$$SÇA = \frac{1.4 \text{ x N x V}}{\text{g}}$$

N: Titrasyon için kullanılacak HCl'in normalitesi
V: Titrasyon için harcanacak HCl'in miktarı(m)
g: Örnek miktarı

3.3.8 Olgunlaşma indeksi

Olgunlaşma indeksleri, SÇA miktarını toplam azot miktarına bölerek hesaplanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formül ile yapılmıştır.

$$Olgunlaşma\ indeksi = \frac{\text{SÇA}}{\text{Toplam Azot}} x100$$

3.3.9 Mikrobiyolojik analizler

- **Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması**

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan peynir örnekleri aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. 10 g peynir örneği 90 ml ¼ Ringer çözeltisiyle karıştırılıp stomacherde (Bag Mixer 400 VW, Interscience, France) homojenizasyon yapılmıştır. Bu homojen karışımdan seyreltileri alıp, besiyerlerine inokülasyonundan sonra mikrobiyal gruplar sayılmıştır. Aşağıdaki sıralamada kullanılan besiyeri, ekim yöntemi ve inkübasyon koşullarıları açıklanmıştır (Harrigan ve McCanne 1976; Harrigan 1998; Anonymous 2005).

- ***Lactobacillus* spp. Sayımı**

Besiyeri olarak de Man Rogosa Sharpe Agar (MRS) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekim yapılarak petri kutuları 37±2°C'de 48 saat aneorobik inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi bittiğinde petrilerde gelişen koloniler sayılıp sonuçlar kob/g olarak verilmiştir (ISO 15214 1998).

- ***Lactococcus* spp. Sayımı**

M17 agar besiyeri (Merck, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yayma plak yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları 30°C'de 24 saat aerobik inkübasyona tabi tutulmuştur (Terzaghi ve Sandine 1975).

- **Koliform bakteri Sayımı**

Koliform bakteri sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. Çift kat dökme yöntem ile uygulanan petri kutularına ekim yapılarak 35°C de 24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur.

- **-Toplam Maya-Küf Sayımı**

Maya-küf sayımı için Potato Dextrose Agar (pDA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Petri kutularındaki besiyerlerine yayma yöntemi ile ekim yapılarak, petri kutuları 28°C de 5 gün süre ile inkübasyona tabi tutularak süre bitiminde koloniler sayılmıştır.

- **Toplam Bakteri Sayımı**

Toplam bakteri sayımında Tryptic Soya Agar (TSA) besiyeri (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Dökme yöntem ile petri kutularına ekim yapılarak 35-37°C de 24 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

3.3.10 Proteoliz düzeyinin belirlenmesi

Proteoliz düzeyi için Kuchroo ve Fox (1982) da açıklandığı şekilde pH 4.6 da çözünür fraksiyon uygulanmıştır. Örneklerden 20 gram alınıp üzerlerine 40°C 100 ml saf su eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 1 saat 40°C su

banyosunda bekletildikten sonra, HCl ve NaOH ile pH 4.6 olarak ayarlanıp asitlendirilen örnekler, 8000 rpm ile 15 dakika santrifüjlenerek (Sigma 3-18K, Germany) Whatman No:113 filtre kağıdı ile filtrelendirilmiştir.

pH 4.6'da çözünen fraksiyon 1:1 oranında % 2 Trifloroasetik Asit (TFA) ihtiva eden saf su ile karıştırılıp 0.45 µm selüloz asetat filtre kullanılarak filtrelenip kullanıma hazırlanmıştır.

Metotta ters faz C18 kolon ile B ve C fazı olmak üzere iki mobil faz kullanılmıştır. B fazında % 0.1 oranında TFA içeren saf su, C fazında ise % 0.1 TFA içeren asetonitril kullanıma alınmıştır.

Ölçümler RP-HPLC ile 214 nm'de yapılmıştır. Ölçüm koşulları aşağıdaki şekildedir:

Kolon: C18 (4.6 cm x 250 mm x 5 µm, 300˚A)
Kolon Sıcaklığı: 35˚C
Mobil faz B: % 0.1 TFA içeren Saf su
Mobil faz C: % 0.1 TFA içeren Asetonitril
Dalga boyu: 214 nm

Gradient Program:

Dak.	Mobil Faz B	Mobil Faz C	Akış Hızı
0	100	0	0.800
10	100	0	0.800
90	50	50	0.800
95	40	60	0.800
100	40	60	0.800
105	5	95	0.800
110	5	95	0.800
115	100	0	0.800
120	100	0	0.800

3.3.11 Uçucu bileşenlerin belirlenmesi

Peynirlerden alınan örneklerin, aromalarının ve uçucu bileşenlerinin tayinleri GC-MS kullanılarak (Agilent,7890A-GC System, 5975C- VL MSD) (Lee vd. 2003)' e göre yapılmıştır. 5 g peynir örnekleri viale alınarak üzerine 5 ml NaCl çözeltisi eklenmiştir (10 %, w/v) ve 10 µL IS (8,1 ppb; metanol içinde 2 metil-3 heptanon ile 2-metil pentanoik asit), 45˚C lik karıştırıcıda 30 dakika bekletilmiştir. 75 µm carboxen/polidimetil siloksan fiber (CAR/PDMS,Supelco, PA, USA) 45˚C de 30 dakikaheadspace şartalarda bırakılarak süresi bittiğinde aroma maddelerinin fibere tutunması sağlanıp cihaza enjekte yapılmıştır.

Analiz için GC/MS'in koşulları aşağıdaki şekildedir:
Kolon: DB-Wax (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm)
Enjeksiyon sıcaklığı: 230˚C
He Akış hızı: 1.0 ml/dk
Splitless Inlet
Dedektör sıcaklığı: 250˚C
Scan mode: 35-500 m/z at 5.19 scans/s
Threshold: 150
Fırın sıcaklık Programı

Artış	Sıcaklık	Bekleme
	40˚C	10 dk
5˚C	110˚C	-
10˚C	240˚C	-
	250˚C	15 dk

Uçucu bileşen miktarları, elde edilen piklere göre GC-MS cihazı içerisindeki Wiley, NIST, Flavor kütüphanelerindeki referans standart bileşenlerin oranları kullanarak belirlenmiştir.

3.3.12 Tekstür analizleri

Peynirlerin olgunlaşma boyunca Texture Profile Analzyer (Stable MicroSystem, UK) cihazı kullanılarak ve iki döngülü kompresyon testi yapılarak tekstür profil özellikleri belirlenmiştir (Avşar 2010).

3.3.13 Duyusal testler

Peynirlerin renk, görünüm, tat ve koku özellikleri çizelge 3.1'deki hedonik skala kullanılarak Anonymous (2006)'e göre belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Duyusal değerlendirmede kullanılan hedokonik skala

ÖZELLİKLER	KUSURLAR
Renk ve Göürünüş Tam puan: 5	Homojen olmayan Renk Doğal olmayan Renk Yüzeyde mikroorganizma gelişimi
Yapı ve Tekstür Tam puan: 5	Çok zayıf ya da çok sıkı Taneli (kaba pıhtılı) yapı Kuru yapı
Tat ve koku Tam puan: 10	Yağımsı tat Aşırı asidik tat Mayamsı tat Acı tat Ekşi tat Yabancı tat

3.3.14 İstatistiksel değerlendirme

Tez çalışması kapsamında sonuçların istatistiksel analizleri için SPSS 22.0 uygulanmıştır. Veriler varyansın tek yön analizi ANOVA ile varyans analizine tabi tutulduktan sonra, verilerin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların ($p<0.05$) hangi gruplar arası (depolama günleri ve peynir çeşitleri arasındaki farklılıklar)olduğunun belirlenmesi amacıyla DUNCAN posthoc çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (Gürbüz vd. 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri

Üretimde kullanılan çiğ sütün kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları ortalamaları ve standart sapma hatalarıyla beraber çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Üretimde kullanılan çiğ sütlerin bazı kimyasal özellikleri (n=3)*

Kimyasal Özellikler	Çiğ Süt
Titrasyon Asitliği (%LA)	0,14±0.05
pH	6.66±0.05
Kuru Madde (%)	12.95±0.15
Yağ (%)	3.40±0.10

*n= Tekerrür sayısı (çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.)

4.2 Peynirlerin Kimyasal Özellikleri

4.2.1 pH değeri

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin pH değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında PH ortalamaları bakımından $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Olgunlaşma süresince örneklerin pH değerlerindeki değişim (n=3)

pH	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	5.09±0.03Aa	4.86±0.05Bb	4.83±0.03Dbc	4.76±0.06Abbc	4.73±0.04c
M	5.11±0.01Ad	5.06±0.02Cd	4.92±0.13De	4.86±0.04Bce	4.80±0.01fe
L	5.16±0.04Bg	5.11±0.12Cgh	5.09±0.10Dhi	4.97±0.01Ci	4.92±0.08i

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin pH değerleri ortalamaları arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin pH ortalamaları arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi depolama boyunca örneklerin pH değerlerinde düşüş olmuştur.

Uysal (1996), yapmış olduğu çalışmada *L. lactis* ssp. *Lactis* ve *L. lactis* ssp. *Cremoris* kullanarak üretimiş olduğu beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince (90 gün) pH değerinin düştüğünü bildirmiştir.

Ruggirello vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada Lor peynirlerinde starter kültür olarak kullanılan *L. lactis*'in olgunlaşma boyunca (180 gün) canlılığını değerlendirmişlerdir. Çalışmaya göre Lor peynirlerde süzme sonrası pıhtıda pH 5.3 ve olgunlaşma sonu peynirde 4.4'e düştüğünü göstermiştir.

Harmankaya ve Harmankaya (2020) yaptıkları çalışmada farklı peynirlerin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin incelemişlerdir. Bu çalışmada, Beyaz peynir örneklerinde pH 4.64 olarak belirtmişlerdir. Çetinkaya (2021) Kars yöresinde satışa sunulmuş bazı ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada incelenen Beyaz peynir örneklerinin ortalama pH'ını 5.21 olarak belirlemiştir. Olgunlaştırılmış Beyaz peynirin kimyasal özelliklerinin değerlendirildiği diğer çalışmalarda; Sağun ve arkadaşları (2001) Van çevresinde tüketiciye sunulmuş süt ürünlerinde mikrobiyal ve kimyasal özellikleri üzerine kalite araştırması yapmış ve 10 adet Beyaz peynir örneğinde ortalama pH 4.84 olarak, Kavas ve arkadaşları (2004) ise az yağlı Beyaz salamura peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma sonunda pH değerini 5.10-5.18 aralığında belirlemişlerdir. Öner ve aradaşları (2006) 105 günlük olgunlaşmaya tabi tutulan Türk Beyaz peynirinin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelenmiş ve olgunlaşma sonunda pH değerini 4.88-4.96 olarak belirlenmiştir. Tüm bu çalışmalar göz önüne alındığında çalışmamızda üretilen peynir örneklerinin pH değerleri yapılan çalışmalarla genel olarak benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda; üretim esnasında sürekli pH kontrolü yapılarak standart pH değeri olmasına dikkat edilmiştir. Olgunlaşma süresindeki örneklerde pH değerindeki değişimin kullanılan kültür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Topçu 2004).

4.2.2 Titrasyon asitliği (% LA)

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.3).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında titrasyon asitliği değerleri farklılıkları $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Olgunlaşma süresince örneklerin %LA değerlerindeki değişim (n=3)

Titrasyon Asitliği (%LA)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	1.56±0.47	1.66±0.29	1.64±0.09A	1.64±0.01	2.24±0.43
M	1.46±0.30	1.56±0.24	1.51±0.11A	1.55±0.20	2.09±0.16
L	1.50±0.05abc	1.28±0.02ab	1.24±0.05Bab	1.36±0.02ab	1.80±0.29c

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin titrasyon asitliği değerleri ortalamaları arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin titrasyon asitliği değerleri ortalamaları arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

K ve M kodlu peynirlerde depolama süresi boyunca titrasyon değerlerinde sürekli bir artış gözlenirken, L örneğinde 15. ve 30. günlerde düşüş sonrasında artış görülmektedir.

Tüm örneklerde depolama süresi sonunda peynir örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinde başlangıca göre bir artış olmuştur. Depolama sonunda titrasyon asitliğindeki bu artışın, laktozun laktik aside dönüşümü ve lipoliz olayları sonucunda gerçekleştiği düşünülmektedir (Wyder ve Puhan 1999).

Çetinkaya (2021) Kars yöresinde satışa sunulan bazı ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelediği çalışmasında Beyaz peynir örneklerinde asitlik ortalamasını % 1.09 olarak belirlemiştir. Güler ve Uraz (2004) farklı süpermarketlerden topladığı her biri en az 3 ay olgunlaşmış Türk tipi 30 ticari Beyaz peynir numunesini incelemiş ve tüm peynir örneklerinde titrasyon asitliği değerini ortalama % 2.15 belirlemişlerdir. Öner ve arkadaşları (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 105 gün boyunca

olgunlaşmaya tabi tutulan Türk Beyaz peynirinin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiş ve olgunlaşma sonunda titrasyon asitliği değerleri % 1.05-2.4 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca asitlik değerlerinde dalgalanmalar olmuştur. Asitlik değerlerindeki dalgalanmaların peynir örneklerinde depolama süresince gelişen mikroorganizmalar ve laktoz içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Öztürkoğlu 2014).

K kodlu örnekte asitlik en yüksek, L kodlu örnekte ise en düşük bulunmuştur. M kodlu örnekte ise K ve L örnekleri arasındadır. Mezofil grupta olan *Lactococcus* türleri laktozdan önemli oranda asit üretebilmektedirler (Axelsson 2004). Buna göre *Lactococcus lactis* içeren L ve M örnekleri daha fazla asit üretimi gerçekleştirmektedir. L ve M kodlu örneklerin duyusal olarak daha fazla beğenilmesi de glikoliz yol izi ile oluşan bazı metabolitlerin varlığı neticesinde olabilir. Glikolizin ardından meydana gelen asitlerin metabolize olması peynirde uçucu aroma bileşiklerinin oluşumunda çok önemlidir (McSweeney 2004). Bazı araştırmalarda *L. lactis* türlerinin glikozun fermentasyonu neticesinde diasetil ve asetoin üretebildikleri belirlenmiştir (platteuw vd. 1995). Ve bunlarda tat ve aromaya önemli katkılarda bulunmaktadır.

4.2.3 Kuru madde içeriği

Olgunlaşma süresince örneklerin kuru madde içeriği ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru madde içeriğindeki değişim (n=3)

KM	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	47.23±1.06	47.45±0.85	47.80±0.65	47.86±0.69	48.20±0.82
M	47.34±1.20	47.69±1.36	47.90±1.21	48.28±0.67	48.82±0.69
L	48.02±1.08	48.27±1.25	48.60±1.62	49.15±0.89	49.30±0.95

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında kuru madde ortalamaları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tüm peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca kuru madde içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Kuru madde miktarındaki bu artışın nedeninin, peynirlerin depolanması sırasında meydana gelen nem kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir (Akarca vd. 2021).

Çetinkaya (2021) Kars yöresinde satışa sunulan bazı ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelediği çalışmasında Beyaz peynir örneklerinde kuru madde miktarını ortalama % 46.53 olarak tespit etmiştir. Kavas ve arkadaşları (2004) yaptıkları çalışmada az yağlı Beyaz salamura peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma sonunda kuru madde miktarını % 42.07-45.43 belirlerken, Öner ve arkadaşları (2006) 105 günlük olgunlaşma sonunda Beyaz peynir örneklerinde kuru madde miktarını ortalama % 39.42-51.42 belirlemişlerdir. Ayrıca Cinbaş ve Kılıç (2005) tarafından hem geleneksel hem de endüstriyel yöntemle iki tip Beyaz peynir üretilip 90 günlük olgunlaşmaya tabi tutulmuştur ve olgunlaşma süresince kuru madde miktarları ortalama % 38-46 olarak tespit edilmiştir.

Peynir üretiminde starter kültür kullanımı; peynir verimi ve peynir kuru maddesi gibi pek çok etken üzerinde etki göstermektedir (pappas vd. 1996a). İstatistiksel olarak önemli bulunmasa da ($p>0.05$) L. lactis suşu kullanılarak üretilen M ve L örneklerinde kuru madde miktarları, ticari kültür ile üretilen K örneğine göre daha fazla tespit edilmiştir. *L. lactis* peynir üretiminde pıhtı oluşumuna katkıda bulunduğu için (Fernández vd. 2011) peynir randımanları da göz önünde tutulduğunda bunun kuru madde miktarını etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca protein ve yağ miktarları incelendiğinde her iki değer bakımından tüm peynirlerde olgunlaşma süresince artış gözlenirken en yüksek değerin L örneğinde olduğu belirlenmiştir. L örneğinde daha yüksek tespit edilen kuru madde içeriğinin yağ ve protein miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.4 Yağ (%)

Olgunlaşma süresince örneklerin yağ içeriği ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.5).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında yağ miktarları açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Olgunlaşma süresince örneklerin yağ miktarlarındaki değişim (n=3)

Yağ(%)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	17.75±1.06	18.00±1.41	18.50±0.71A	19.25±1.06	19.75±1.06
M	19.00±0.71	19.50±0.71	20.50±0.71B	20.50±0.71	21.00±0.71
L	20.25±0.35d	20.50±0.00de	21.00±0.00Be	21.75±0.35f	22.00±0.00f

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin yağ miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin yağ miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tüm örneklere bakıldığında olgunlaşma ilerledikçe % yağ miktarında artış gözlenmiş ve en yüksek yağ içeriği L örneğinde tespit edilmiştir.

Çetinkaya (2021) çalışmasında Kars yöresinde satışa sunulan Beyaz peynir örneklerinde % yağ miktarını ortalama % 16.66 olarak tespit etmiştir. Dağdemir ve arkadaşları (2003) çeşitli starter kültürler kullanarak ürettikleri ve 90 gün boyunca olgunlaştırmaya tabi tutulan Türk Beyaz peynirinin özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında yağ miktarını ortalama % 19.00 olarak tespit etmişlerdir. Uraz ve Şimşek (1998) Ankara piyasasında satılan 40 çeşit Beyaz peynirde gerçekleştirdikleri çalışmada yağ miktarını ortalama %19.10, Cinbaş ve Kılıç (2005) çalışmalarında hem geleneksel hem de endüstriyel yöntemle üretilip 90 gün boyunca olgunlaşmaya tabi tuttukları Beyaz peynirlerin yağ miktarını olgunlaşma süresince ortalama % 18.2-20.8 aralığında tespit etmişlerdir.

Peynirlerin olgunlaşma süresi (60 gün) ile yağ içeriğinde ani bir düşüş göstermedikleri raporlanmıştır (Salazar-Montoya vd. 2018). Cabezas ve arkadaşları (2007) Manchego peynirlerinde olgunlaşma süresince (240 gün) ortalama % 53.11 ila % 56.36 yağ miktarı belirlemişler ve bunun kullanılan hammaddenin cinsi ve olgunlaşmayı gerçekleştiren mikroorganizmaların türünden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Bazı araştırmacılar, tuz konsantrasyonu, pH gradyanı, yağ içeriği, olgunlaşma süresi gibi peynir parametre değişikliklerinin *L. lactis* hücre otolizi üzerindeki etkisini incelemiş ve *L. lactis* büyüme dinamikleri üzerindeki olumlu etkilerinin önemini öne sürmüşlerdir. Ayrıca, peynirin yapısal değişikliklerine tepki olarak *L. lactis*'in farklı bir tolerans derecesi olduğundan, etkinin kesinlikle gerilime bağlı olduğununda altını çizmişlerdir (Møller vd., 2007; Ramírez-Nu~nez and Ruth Romero-Medran, 2011; Rulikowska vd., 2013; McCarthy vd., 2015; Yanachkina vd., 2016).

4.2.5 Tuz (%)

Olgunlaşma süresince örneklerin tuz içeriği ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Olgunlaşma süresince örneklerin tuz miktarlarındaki değişim (n=3)

Tuz(%)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	1.40±0.11ab	1.44±0.14b	2.70±1.58be	4.45±0.33de	4.62±0.25d
M	1.46±0.01cb	1.57±0.07c	2.52±1.08c	4.36±0.05d	5.06±0.37d
L	1.56±0.16dc	1.67±0.13d	2.52±0.91d	4.43±0.31e	4.97±0.25e

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin tuz miktarlarının ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin tuz miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

NaCl konsantrasyonunun ve diğer tuzlarla ikamesinin peynir bileşimi üzerindeki etkisi büyük önem taşımaktadır. Çünkü süt ürünleri bazı tüketici grupları (örneğin, besin

değerleri nedeniyle çocuklar, hamile kadınlar ve yaşlılar) için önemli kabul edilmektedir (Souza vd. 2011).

Peynir örneklerinin tuz içerikleri incelendiğinde tüm örneklerde olgunlaşma süresince düzenli artış gözlenmiştir. Olgunlaşmanın ilk günlerinde görülen tuz içeriklerindeki artışın kuru madde artışından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma süresinin son günlerine doğru görünen artış ise peynirlerin mikrobiyal yükü ile alakalı proteolitik ve lipolitik enzimlerin faaliyetleriyle meydana gelen parçalanma ürünlerinin bir bölümünün peynir kitlelerinden uzaklaştırılmasıyla alakalı olduğunu belirtmiştir (Ulutaş vd. 1993).

Çetinkaya (2021) Kars yöresinde satışa sunulan Beyaz peynir örneklerinde tuz miktarını ortalama % 2.55 belirlerken, Kavas ve arkadaşları (2004) az yağlı Beyaz salamura peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma sonunda ortalama tuz miktarını % 2.50-3.29, Cinbaş ve Kılıç (2005) hem geleneksel hem de endüstriyel yöntemle üretilip 90 gün boyunca olgunlaşmaya tabi tatulan Beyaz peynir örneklerinin tuz miktarını ortalama % 3-3.3 belirlemişlerdir. Sağun ve arkadaşları (2001) Van çevresinde tüketiciye sunulmuş süt ürünlerinde mikrobiyal ve kimyasal özellikleri üzerine kalite araştırmasında Beyaz peynir örneklerinde tuz miktarını ortalama % 3.42 olarak tespit etmişlerdir. Mohamed ve El Zubeir (2018) geleneksel ve modern fabrikalarda üretilen toplamda 40 çeşit Beyaz peyniri kıyasladıkları bir çalışma yapmışlar ve tuz miktarını ortalama % 7.57 olarak belirtmişledir. Hayaloğlu vd. (2005) *Lactococcus lactis* ssp. İle üretikleri Türk Beyaz peynirlerinde 90 günlük olgunlaştırma sonunda tuz miktarını ortalama % 8.34-11.02 olarak belirlemişlerdir.

4.2.6 Kuru maddede yağ

Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede yağ içeriği ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede yağ miktarlarındaki değişim (n=3)

KM de Yağ (%)	G1	G15	G30	G60	G90
K	37.67±3.09	38.00±3.67	38.70±1.99	40.24±2.79	41.00±2.90
M	40.17±2.51	40.93±2.65	42.83±2.56	42.47±2.05	43.03±2.06
L	42.19±1.69	42.48±1.10	43.23±1.44	44.25±0.09	44.64±0.86

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında KM de yağ (%) ortalamaları bakımından $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Tüm peynir örneklerinde kuru maddede yağın olgunlaşma periyodu boyunca arttığı görülmüştür.

4.2.7 Kuru maddede tuz

Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede tuz içeriği ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Olgunlaşma süresince örneklerin kuru maddede tuz miktarlarındaki değişim (n=3)

KM de Tuz (%)	G1	G15	G30	G60	G90
K	2.96±0.17abc	3.05±0.24bc	5.62±3.24cd	9.30±0.56de	9.58±0.35e
M	3.10±0.10abc	3.29±0.24bc	5.20±2.11cd	9.04±0.23e	10.36±0.62e
L	3.24±0.27abc	3.46±0.18bc	5.15±1.70c	9.03±0.80d	10.09±0.70d

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin KM de tuz miktarlarının ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin KM de tuz miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Olgunlaşma süresi boyunca artan tuz miktarı proteinlerin hidrolizi sonucu meydana gelebilecek acılaşmanın maskelenmesinde de önemlidir (Fox et.al. 1999).

Bazı araştırmacılar, peynir ve salamura arasında ozmotik basınç bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu basıncı dengelemesi için salamura içindeki tuz iyonları peynir kitlesine doğru hareket eder. Nem ve ozmotik basınç eşit oluncaya dek peynir matrisi içinden yayılmaktadır. Tuz ile suyun bu hareketi kazeinin dar matriksi ile engellenmektedir (Melilli vd. 2003, Guinee 2004 ve Guinee vd. 2017).

4.2.8 Protein

Olgunlaşma süresince örneklerin protein içeriği ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.9).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında protein miktarları açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.9 Olgunlaşma süresince örneklerin protein miktarlarındaki değişim (n=3)

Protein	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	16.43±0,01Aab	16.47±0.02Ab	16.54±0.03Ac	16.60±0.01Ad	16.65±0.00Ae
M	17.25±0.00Bab	17.28±0.02Bb	17.32±0.02Bc	17.35±0.02Bd	17.42±0.00Be
L	17.92±0.00Ca	17.98±0.00Cb	18.04±0.01Cc	18.07±0.01Cd	18.12±0.00Ce

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A, B..) içeren örneklerin protein miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin protein miktarlarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynirlerde protein içeriği, peynirin üretim tekniğine ve sütteki kazein içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Peynir örneklerinin protein içerikleri incelendiğinde tüm peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca az da olsa artış görülmüştür. Ayrıca örnekler arasında protein miktarlarında farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Gözlenen bu değişimin esas olarak kuru madde içeriklerindeki değişimden de meydana geldiği düşünülmektedir (Topçu 2004). Protein miktarı en yüksek olan L örneğinin, kuru madde miktarının da diğer örneklerden yüksek olması bu görüşü desteklemektedir.

4.2.9 Suda çözünen azot

Olgunlaşma süresince örneklerin suda çözünen azot (SÇA) miktarları ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.10).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında suda çözünen azot miktarları bakımından farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı buluınmuştur.

Çizelge 4.10 Olgunlaşma süresince örneklerin suda çözünen azot miktarlarındaki değişim (n=3)

SÇA	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	7.97±0.01A	8.00±0.01A	8.02±0.01A	8.06±0.01A	8.50±0.56
M	8.86±0.03B	8.88±0.03B	8.89±0.03B	8.92±0.02B	8.94±0.01
L	9.16±0.03Cab	9.20±0.01Cbc	9.23±0.01Ccd	9.27±0.03Cd	9.30±0.02de

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A, B.) içeren örneklerin suda çözünen azot değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin suda çözünen azot değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynirler türlerinde azotlu bileşenleri meydana getiren kazein ve para-kazeinin belirli bölümü üretimde kullanılmakta olan starter kültürler, enzimler, maya-küf gelişimi, psikotrofik bakteriler ya da çiğ sütte bulunan proteolitik ve lipolitik aktivitesi olan mikroorganizmalar vesilesiyle parçalanıp peptitler gibi, serbest aminoasitler gibi suda çözünen bileşenlere dönüşmektedirler (Kosikowski ve Mistry 1997). Olgunlaşma dönemindeki etkenlere bağlı olarak protein parçalanması devam etmekte, meydana gelen serbest aminoasitler ve peptitlerin miktarlarında artış görülmektedir. Söz konusu bileşenler olgunlaşma tamamlandığında peynirde tat-koku ve tekstürel karakteristik özellikler kazandırır (Topçu 2014). *L. lactis* ilavesi suda çözünen azot miktarını artırır. Çalışmamızda da *L. lactis* ile üretilen L ve M örneklerinde suda çözünen azot miktarının ticari kültür ile üretilen K örneğine göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca peynir örneklerinin tamamında olgunlaşma süresi boyunca suda çözünen azot içeriğinde artış görülmüştür ve peynir türleri arasında farklılık önemli bulunmuştur.

Süte uygulanan ısıl işlemler ve tuz içeriğinin SÇA miktarının farklılığında etken olma ihtimali bildirilmiştir (Guinee 2004).

Kavas ve arkadaşları (2004) az yağlı Beyaz salamura peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma sonunda suda çözünen azot miktarını % 0.84- 0.92 aralığında belirlerken, Güler ve Uraz (2004) farklı süpermarketlerden her biri en az 3 ay boyunca olgunlaşmış ticari Türk tipi 30 Beyaz peynir numunesi incelenmiş ve suda çözünen azot miktarını % 0.48 olarak belirlemişlerdir.

4.2.10 Olgunlaşma indeksi

Olgunlaşma süresince örneklerin olgunlaşma indeksi ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.11).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında olgunlaşma indeksi değerleri açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Olgunlaşma süresince örneklerin olgunlaşma indekslerindeki değişim (n=3)

Oİ	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	18.70±0.05Aa	18.94±0.09Ab	19.24±0.07Ac	19.36±0.08Ac	19.7±0.03Ad
M	19.10±0.03Ba	19.58±0.20Bb	20.27±0.08Bc	20.58±0.09Bd	20.94±0.04Be
L	19.40±0.06Cab	19.96±0,01Bbc	20.48±0.35Bc	21.24±0.43Bd	22.02±0.11Ce

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin olgunlaşma indeksi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin olgunlaşma indeksi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tüm peynir örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma indeksinde artış gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada olgunlaşma boyunca olgunlaşma indeksinde gözlemlenen artışa bazı mikroorganizmaların (proteolitik bakteriler, LAB, maya küf gibi) meydana getirdiği proteolitik enzimler sebebiyle olduğu bildirilmiştir (Law 1987).

L. lactis ile üretilen L ve M kodlu örneklerde olgunlaşma indeksinin yüksek çıkması da doğal ve endemik bu suş tarafından üretilen proteolitik enzim çeşitliliği ve farklılığına işaret etmektedir.

4.3 Peynirlerin Mikrobiyolojik Özellikleri

4.3.1 Toplam bakteri sayısı

Olgunlaşma süresince örneklerde tespit edilen toplam bakteri sayısı ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.12).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında toplam bakteri sayısı açısından farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Olgunlaşma süresince örneklerin toplam bakteri sayılarındaki değişim (log10KOB/g) (n=3)

Toplam bakteri	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	10.06±0.01	9.90±0.08	9.53±0.50	9.65±0.10A	9.96±0.04
M	10.04±0.09a	9.94±0.08a	9.92±0.60a	9.98±0.01Ba	10.44±0.12b
L	10.16±0.22	9.72±0.41	9.84±0.17	9.72±0.07A	9.65±1.48

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin toplam bakteri sayılarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin toplam bakteri sayılarının ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K ve M ile kodlanan örneklerde olgunlaşmanın 15. Ve 30. Günlerinde toplam bakteri sayısında düşüş olurken olgunlaşmanın 60. Ve 90. Günlerinde artış gözlenmiştir. L kodlu peynir örneğinde ise olgunlaşma süresince dalgalanma görülmüştür. Bu dalgalanmaya peynir asitliğinin değişmesi, kuru madde artışı ve kuru madde de ki tuz artışının neden olduğu düşünülmektedir (Öztürkoğlu 2014).

Çeşitli çalışmalar, LAB'nin patojenik mikroorganizmaların büyümesini engellediğini, mikotoksinleri bozduğunu ve probiyotik bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Mokoena 2017). K örneğine kıyasla L örneğindeki toplam bakteri sayısındaki azalış istenmeyen diğer mikroorganizmaları *L. lactis*'in rekabetçi etkileri ile azaltmış olmasından kaynaklanabilir.

4.3.2 Maya-küf sayısı

Olgunlaşma süresince örneklerde tespit edilen maya-küf sayısı ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.13).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında maya-küf sayıları açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Olgunlaşma süresince örneklerin maya-küf sayısındaki değişim (log_{10}KOB/g) (n=3)

Maya-küf	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	4.19±0.41Ab	6.40±0.05c
M	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00Ba	3.39±0.13b
L	0.00± 0.00	0.00± 0.00	0.00± 0.00	0.00±0.00B	1.50±2.12

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin maya-küf değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin maya-küf değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Olgunlaşmanın başlangıcında ilk 30 günde peynir örneklerinde maya-küf gözlenmemiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde K kodlu peynirde maya-küf görülürken L. lactis ilave edilen M ve L kodlu peynirlerde görülmemiştir. Ayrıca 90. günde de M ve L kodlu peynirlerde K kodlu ticari peynire göre daha düşük sayıda maya küf görülmektedir.

Süt fermantasyonu sırasında *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* gibi çeşitli LAB tarafından üretilen proteolitik enzimler biyoaktif peptitler üretilir (Gobbetti vd. 2002; Nakamura vd. 1995). LAB ayrıca hidrojen peroksit CO_2, diasetil, asetaldehit, amino asitlerin D-izomerleri, reuterin ve bakteriyosinler dahil antimikrobiyal bileşikler de üretir (Cintas vd. 2001). Bu antimikrobiyal bileşikler, patojenik ve gıda bozulmaları dahil olmak üzere birçok mikroorganizmaya karşı güçlü antagonistik aktivite gösterir ve bu antimikrobiyal bileşiklerin, biyo-koruyucu olarak potansiyel uygulamaya sahip olduğu düşünülmektedir. (Espitia vd. 2012). Bu doğrultuda *L. lactis* içeren peynir örneklerinde maya-küf miktarının düşük olması, LAB'nin ürettiği antimikrobiyal peptilerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3.3 *Lactobacillus* cinsi bakteri sayımı

Olgunlaşma süresince örneklerde tespit edilen *Lactobacillus* cinsi bakteri sayıları ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.14).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında *Lactobacillus* değerleri bakımından farklılıklar $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Olgunlaşma süresince örneklerin *Lactobacillus* sayılarındaki değişim (log_{10}KOB/g) (n=3)

Lactobacillus	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	9.42±0.14abc	9.61±0.00bc	9.62±0.10c	9.44±0.44cd	8.40±0.14Ae
M	9.15±0.66	9.10±0.57	9.68±0.01	9.72±0.16	9.62±0.16B
L	9.75±0.07	9.80±0.16	9.68±0.06	9.96±0.06	9.98±0.01B

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin Lactobacillus değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Lactobacillus değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynir örneklerinin tamamında olgunlaşma süresince *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısında dalgalanma gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda, K kodlu peynirde başlangıca göre *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısında düşüş görülürken, M ve L kodlu peynir örneklerinde artış gözlenmiştir. LAB (laktokok, laktobasil ve enterokok) peynir çeşitlerinde baskın floradır (Öner ve Sarıdağ 2019).

Lactobacillus bakterileri tarafından üretilmiş asetik asitin aromaya katkı sağladığı belirtilmiştir (Kırma 2016). *L. lactis* ile üretilen peynirlerde, ticari kültüre göre daha fazla *Lactobacillus* cinsi bakteri görülmüştür. Buna bağlı olarak da *L. lactis* ile üretilen peynirlerde asetik asit miktarının daha fazla olması ve duyusal özelliklerin aldığı beğeni bu görüşü desteklemiştir.

LAB; peynirlerin üretiminde kullanılan sütün başlangıçtaki asidifikasyonunda, jel oluşumunda, peyniraltı suyunun uzaklaşmasında ve kalsiyum misellerinin çözünmesinde yardımları olan mikroorganizmalardır (Caridi 2013, Herreros vd. 2003). Öztürkoğlu (2014) çiğ sütten yapılan peynirde belirlenen laktik asit bakterilerinin önemli bir bölümünün sütün doğal mikroflarasındaki mevcut olan NSLAB ve/veya kontaminasyon sebebiyle bulunduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Çalışmamızda, süt pastörize edilmesine rağmen bazı Lactobacillus cinsi bakterilerin yaşamaya devam ettiğive tüm peynirlerde *Lactobacillus* bakterilerinin yüksek oranda çıkması bu düşünceyi desteklemektedir.

4.3.4 *Lactococcus* cinsi bakteri sayımı

Olgunlaşma süresince örneklerde tespit edilen *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.15).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında *Lactococcus* sayıları açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Olgunlaşma süresince örneklerin *Lactococcus* cinsi bakteri sayılarındaki değişim (log10KOB/g) (n=3)

Lactococcus	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	9.40±0.16Aabc	9.48±0.01bc	9.24±0.11cd	9.67±0.07be	8.72±0.18Af
M	9.94±0.02B	9.90±0.60	9.48±0.53	10.10±0.22	10.27±0.04A
L	9.78±0.06B	9.71±0.20	9.4±0.28	9.84±0.15	10.15±0.16B

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin *Lactococcus* değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin *Lactococcus* değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynir örneklerinin tamamında olgunlaşma süresince *Lactococcus* cinsi bakteri sayısında dalgalanma gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda, K kodlu peynirde başlangıca göre *Lactococcus* cinsi bakteri sayısında düşüş görülürken, M ve L kodlu peynir örneklerinde artış gözlenmiştir.

Ortigosa vd. (2006) ve Calvo vd. (2007) yaptıkları çalışmalarda olgunlaşma periyodunun sonuna kadar *Lactococcus* ssp. azaldığını bildirirken K kodlu peynirle benzerlik gösterip M ve L kodlu peynirle farklılık göstermiştir. Marino vd. (2003) Montasio peyniri olgunlaşma süresince (60 gün) mikrofloranın dinamiklerini ve biyoteknolojik özelliklerini araştırdığı çalışmasında *Lactococcus* ssp. sayısında artış izlenmiş, benzer şekilde Uysal (2008) çiğ, termize ve pastörize inek sütünden geleneksel olarak ürettiği ve 90 gün boyunca olgunlaşmaya tabi tuttuğu Dil peynirinde *Lactococcus* sayısında artış bildirmiştir.

Çalışılan Manchego tipi peynirlerde olgunlaşma sırasında *L. lactis* popülasyonunda önemli bir artış olmuştur. Bu davranış, Manchego tipi peynirlerde mikroorganizmaların metabolik aktivitesini gösteren peynirlerin pH'ındaki düşüş ile ilişkilendirilendirilmiştir (Salazar-Montoya vd. 2018).

4.3.5 Koliform cinsi bakteri sayımı

Peynir örneklerinin tamamında olgunlaşma boyunca koliform grubu bakteri görülmemiştir. Bunun nedeninin, üretimin en başı itibariyle yüksek kontrolle yapılması, kontaminasyon veya mikrobiyal yükün artmasına sebep olan koşullarda bekletilmemesi ve havadan kaynaklı kontaminasyonun en aza indirilmesi (Öztürkoğlu 2014) olduğu düşünülmüştür.

4.4 Peynirlerin Duyusal Analiz Özellikleri

4.4.1 Tat-koku değerlendirmesi

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerin duyusal analiz sonucu tat-koku değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Üretilen peynir örneklerinin tat-koku değerleri (n=3)

Tat-koku	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	7.36±0.18	8.08±0.82	7.75±0.35	7.75±0.35	6.25±1.06
M	8.12±0.18	9.33±0.47	9.25±1.06	8.75±0.35	8.25±0.35
L	7.86±1.24	7.30±0.42	8.25±0.35	7.75±1.77	8.00±1.41

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında Tat-Koku değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Yapılan analizler sonucunda peynir örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bulunmasa da hem başlangıçta hem de olgunlaşma süresince M kodlu peynir tat-koku değerlendirmesinde en beğenilen peynir olmuştur.

Peynir örneklerinde protein parçalanması sadece LAB starter kültürlerin hücre zarf proteinaz ve peptidaz aktiviteleri ile değil, aynı zamanda rennet enzim aktivitesi ile de gerçekleşebilir. Bu enzimlerin katalizledikleri biyokimyasal reaksiyonlar sonrasında lezzet öncüleri olabilen küçük peptitler ve serbest aminoasitlerin üretildiği bildirilmiştir (Smit ve diğerleri, 2005).

4.4.2 Yapı-tekstür değerlendirmesi

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerin duyusal analiz sonucu yapı-tekstür değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Üretilen peynir örneklerinin yapı-tekstür değerleri(n=3)

Yapı-Tekstür	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	3.75±0.35	4.58±0.12	4.75±0.35	4.25±1.06	4.00±0.00
M	3.75±0.35	4.33±0.47	4.50±0.71	4.25±1.06	4.50±0.71
L	4.12±0.18	4.25±0.35	4.50±0.00	3.75±0.35	4.00±0.00

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında Yapı- Tekstür değerleri ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Yapılan analizler sonucunda peynir örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bulunmasa da yapı-tekstür açısında başlangıçta L kodlu peynir en beğenilen peynir olurken, olgunlaşma sonunda en beğenilen peynir M kodlu peynir olduğu görülmüştür.

Biyokimyasal süreçlerin tümü, olgunlaşma sırasında genel yapı değişikliğine katkıda bulunur. Peynirin yapısı kazein-kazein, kazein-su ve kazein-yağ etkileşimlerini içeren faktörlerden etkilenir; bunlar suyun durumu (kazein matrisine toplu veya bağlı), kalsiyumun durumu (iyonik veya kazein matrisine bağlı) ve proteoliz derecesidir (Everett and Auty 2017).

Su kaybı ve bağlama kapasitesi, dokusal özelliklerin yanı sıra kazein matris gözenekliliği ve esneklik gibi yapısal özellikleri de yansıtır. Bu özelliklerin olgunlaşmanın önemli bir sonucu olduğu ve peynirin duyusal ve işlevsel özelliklerinin çoğunu belirlediğine inanılmaktadır (Kuo vd. 2001; Saldo vd. 2002).

4.4.3 Renk-görünüş değerlendirmesi

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerin duyusal analiz sonucu renk-görünüş değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Üretilen peynir örneklerinin renk-görünüş değerleri(n=3)

Renk-görünüş	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	4.86±0.18	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
M	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
L	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında renk-görünüş değerleri ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Yapılan renk-görünüş değerlendirmesi sonucunda, olgunlaşma tamamlandığında tüm peynirlerin tam puan aldığı görülmüştür.

4.5 Tekstür Analizleri

4.5.1 Sertlik (hardness)

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden sertlik değerleri ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Peynir örneklerinin sertlik (hardness) değerleri (n=3)

Sertlik (Hardness) (g)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	4516.93± 376.10a	3638.56± 340.97b	2112.34± 394.33cd	1757.58± 276.72d	1488.16± 287.65d
M	4425.06± 631.96a	3463.88± 234.91b	1489.79± 478.09cd	1383.23± 12.4d	1335.51± 53.82d
L	3119.96± 313.18ab	3284.66± 219.37b	1228.0±3 15.96cd	1186.39± 353.80d	1121.84± 250.52d

**Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin sertlik değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Sertlik değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Olgunlaşmanın 1. Gününde en az sertlik *L. lactis* ile üretilen L kodlu peynirde görülmüştür. Olgunlaşma süresince tüm peynir örneklerinde sertlikte azalma görülmektedir. Olgunlaşma sonunda da yine *L. lactis* eklenen peynirlerde daha az sertlik olduğu tespit edilmiştir.

Protein miktarı ve peynir sertliği arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Koca ve Metin 2004). Topçu (2004), proteolitik aktiviteye daha dirençli peynirlerde sıkı bir jel ağ yapısı olduğunu belirtilmiştir. Bu nedenle depolama sırasında *L. lactis* ile üretilen L kodlu örneklerde sertliğin daha düşük belirlenmesi, proteolitik aktivitenin daha ileri olması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca, pH'daki değişikliklerin peynir pıhtısı protein ağındaki kimyasal değişikliklerle doğrudan ilişkili olduğu için pH'ın peynir tekstüründeki rolünün önemli olduğu vurgulanmıştır (Lawrence vd. 1987).

4.5.2 Yapışkanlık (adhesiveness)

Dış yapışkanlık (adhesiveness) peynirin ağıza temas eden yüzeyinden dil aracılığıyla uzaklaştırılması için gerekli kuvvet olarak ifade edilmiştir (Bryant vd. 1995). Negatif işaret, belirleme esnasında stresin aşağıya doğru yönlendirildiği anlamına gelmektedir (Gwartney vd. 2004).

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden yapışkanlık değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Peynir örneklerinin yapışkanlık (adhesiveness) değerleri (n=3)

Yapışkanlık (Adhesiveness)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	-0.50±0.18	-6.27±7.06	-25.4±25.64	-10.64±0.97	-10.93±7.28
M	-1.54±0.71a	-7.46±0.96b	-6.44±1.85b	-10.80±1.59b	-8.27±2.84b
L	-1.17±1.09	-5.59±3.51	-6.90±1.64	-12.48±8.27	-6.79±1.78

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin yapışkanlık değerlerinin ortalamaları arasındaki fark($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Yapışkanlık değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Sonuçlar incelendiğinde, olgunlaşma süresi boyunca tüm peynir türlerinde yapışkanlık analizinde dalgalanmalar görülmüştür. *L. lactis* ile üretilen M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 90. Gününe kadar düşüş tespit edilip 90. Günde artış görülmüştür. Yapışkanlığın artmasının nedeni depolama sırasında proteolizdeki artışa bağlı olarak serum fazındaki küçük peptitlerin sayıca artması mümkün olabilir (Bhaskaracharya ve Shah, 2000).

Yates ve Drake (2007), Gouda peyniri dokusu üzerinde duyusal bir çalışma yürütmüştür. Tüketiciler, daha yüksek kırılabilirlik, sertlik veya yaylanma özelliğine sahip olanlardan ziyade pürüzsüz ve yapışkan bir dokuya sahip Gouda peynirini tercih etmişlerdir (Jo vd. 2018).

Lawrence ve arkadaşları (1987) çalışmalarında çeşitli peynirlerin olgunlaşma sırasında doku değişimlerini incelemişler ve depolama sırasında yapışkanlığın önemli ölçüde değişmediğini, buna karşın kohezyonun arttığını ve sertliğin azaldığını bildirmişlerdir. Bu varyasyonlar esas olarak sertliği azaltabilen ve yapışkanlığı arttırabilen ve böylece protein ağını azaltan proteolitik aktivitedeki artışla ilişkilendirilmiştir (Johnson ve Lucey 2006).

4.5.3 Elastikiyet (springiness)

Elastikiyet (springiness) peynir örneklerinin ilk sıkıştırma ile deformasyonunu takiben orijinal haline dönme derecesi olarak ifade edilmiştir (Akalın ve Karaman 2010).

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden elastikiyet değerleri ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Peynir örneklerinin elastikiyet (springiness) değerleri (n=3)

Elastikiyet (Springiness) (cm)	G1	G15	G30	G60	G90
K	0.99±0.00	1.00±0.01	0.98±0.06	1.00±0.00	0.97±0.03
M	1.00±0,01	1.00±0.00	0.91±0.04	0.96±0.04	1.00±0.00
L	0.99±0.00	1.00±0.01	0.97±0.02	1.01±0.02	1.00±0.00

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında elastikiyet ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Peynirlerin olgunlaşma süresince kalıntı koagulant ve protein parçalanması nedeniyle elastikiyette artış beklenmektedir (Soares Pinto vd. 2009). Ancak nem kaybı gibi değişiklikler sonucu etkileyebilir. Elastikiyet değerleri incelendiğinde, örneklerde olgunlaşma süresince çok küçük dalgalanmalar olduğu görülmektedir.

Esnekliği ifade eden elastikiyet, peynir örneklerinin dış kuvvetin kaldırılmasından sonra deforme olmamış durumuna geri dönebilme yeteneğini gösterir ve emülsiyon durumuna ve esas olarak proteine bağlıdır (Awad vd. 2002). Bu sebep aynı zamanda biyokimyasal değişikliklerden kaynaklanabileceği gibi, protein-protein etkileşimlerinde bazı değişikliklere yol açabilecek bağların değişikliklerinden de kaynaklanabilir. Bu mekanizmalar da dalgalanmanın azalmasına neden olabilir.

4.5.4 Esneklik (resilience)

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden esneklik değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Peynir örneklerinin esneklik (resilience) değerleri (n=3)

Esneklik (Resilience)	G1	G15	G30	G60	G90
K	0.59±0.05	0.54±0.00	0.51±0.00	0.52±0.03	0.54±0.02
M	0.57±0.03	0.54±0.04	0.52±0.03	0.52±0.00	0.53±0.00
L	0.58±0.06	0.59±0.01	0.52±0.04	0.52±0.00	0.51±0.06

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında Esneklik ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Esneklik değerleri incelendiğinde, olgunlaşma süresince esneklik değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür ancak önemli bir farklılık görülmemiştir.

4.5.5 İç yapışkanlık (cohesiveness)

İç yapışkanlık (cohesiveness), ikinci ısırmanın tepe kuvveti altındaki alanların birinci ısırmanınkine oranıdır (Ahmed vd. 2016). Bu değerin kuru madde miktarı ile doğru orantılı yağ miktarı ile ters orantılı olarak değiştiği bildirilmiştir (Karaman ve Akalın 2013).

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden iç yapışkanlık değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Peynir örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri (n=3)

İç Yapışkanlık (Cohesiveness)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	0.87±0.03	0.84±0.01	0.84±0.01	0.84±0.01	0.86±0.00
M	0.87±0.02	0.85±0.02	0.84±0.02	0.86±0.02	0.85±0.02
L	0.86±0.04	0.87±0.01	0.85±0.02	0.86±0.01	0.86±0.02

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında İç yapışkanlık ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Olgunlaşma süresince tüm peynir örneklerinde iç yapışkanlık değeri % 0.84-%0.87 aralığındadır.

4.5.6 Sakızımsılık (gumminess)

Sakızımsılık, çiğneme anında ki sıkılık, yutmaya hazır olan gıdayı parçalamak için gerekli olan enerji olarak ifade edilmektedir (Baysal 2019).

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden sakızımsılık değerleri ve standart sapmaları çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.24).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında sakızımsılık değeri açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.24 Peynir örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değerleri (n=3)

Sakızımsılık (Gumminess) (g)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	3932.50± 191.44Aa	3141.22± 403.77b	1773.14± 323.57cde	1465.75± 230.90de	1272.38± 245.67de
M	3813.73± 442.54Aa	2523.56± 863.03b	1263.72± 437.71cde	1218.14± 0.10de	1137.03± 112.25de
L	2670.10± 122.82Bab	3318.01± 818.96b	1040.86± 285.02cd	1014.12± 272.10d	968.27± 219.62d

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin sakızımsılık değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin sakızımsılık değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Sakızımsılık, sertlik ve esneklik ile ilişkilidir (Bourne 2002). Peynir örneklerinin tamamında sakızımsılık değerleri incelendiğinde, olgunlaşmanın 1. Gününde en düşük değer L kodlu peynirde görülürken, tüm peynir örneklerinde sertlikte olduğu gibi olgunlaşma boyunca düşüş görülmüştür. Olgunlaşmanın son gününde ise yine en düşük değer, L kodlu peynirde görülmüştür.

4.5.7 Çiğnenebilirlik (chewiness)

Çiğnenebilirlik (chewiness), yutmadan önceki çiğneme sayısı ya da bunun için yapılan iş olarak açıklanmaktadır (Türkmen 2019). Peynirlerin tadını destekleyen ve ağız doluluğu hissini sağlayan duyusal bir özelliktir (Zheng vd. 2016).

Olgunlaşma süresince, üretilen örneklerinin tekstür özelliklerinden çiğnenebilirlik değerleri ve standart sapma değerleri çizelgelendirilmiştir (Çizelge 4.25).

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında çiğnenebilirlik değeri açısından farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Peynir örneklerinin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri (n=3)

Çiğnenebilirlik (Chewiness) (g.cm)	**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
K	3886.40± 178.89A	3153.30± 381.27	1752.14± 436.55	1413.08± 8342.54	1252.40± 206.87
M	3860.74± 484.76Aa	2522.54± 864.47b	1139.24± 352.01cd	1154.23± 30.67d	1196.81± 86.51d
L	2659.76± 126.11Bab	2752.23± 0.16b	996.45± 319.49cd	1040.03± 283.72d	961.88± 229.09d

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynir örneklerinin çiğnenebilirliği incelendiğinde bütün peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca genel olarak bir düşüş gözlenmiştir ve L kodlu peynirin değeri en düşüktür. L kodlu peynirin sertliği de en düşük değerde tespit edilmiştir. Bu durum, olgunlaşma boyunca peynirin yumuşamasından kaynaklanmış olabilir (Hatipoğlu ve Çelik 2020). Ayrıca, yapılan bir çalışmada Kareish peynirinde tespit edilen minimum sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerinin peynirdeki nem içeriğine bağlı olduğu bildirilmiştir (Korish ve Abd-Elhamid 2012).

4.5 Uçucu Bileşen Profili

Peynirdeki uçucu aroma bileşikleri, farklı enzimatik mekanizmaların aracılık ettiği süt bileşenlerinin glikoliz, lipoliz ve proteolizi gibi farklı metabolik yolların sonucudur (Aydın 2017).

4.6.1 Karboksilik asitler

Olgunlaşma süresince belirlenen ortalama karboksilik asit miktarları ve standart sapmala değerleri çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Peynir örneklerinin tespit edilen karboksilik asitlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Asidik bileşikler		G1	G15	G30	G60	G90
Butanoic acid (Butyric acid)	**K**	1.68±2.92	0.42±0.71	1.34±2.32	1.5±1.18	2.59±4.48
	M	0.00±0.00a	0.47±0.82a	0.00±0.00a	0.34±0.58a	2.14±1.43b
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.29±0.50	0.89±1.54
Acetic acid	**K**	6.40±2.38	7.52±4.93	8.10±3.57	8.75±9.70	12.87±5.08
	M	9.43±0.86	9.74±4.15	11.05±4.82	20.16±17.66	36.11±26.02
	L	5.66±4.26ab	8.76±3.80ab	16.63±7.79bc	28.84±5.43cd	35.09±18.08d
Hexanoic acid (Capric acid)	**K**	0.76±1.32	0.69±1.20	0.94±1.64	0.49±0.86	0.00±0.00
	M	0.89±1.50	0.65±1.12	0.84±1.45	0.68±1.17	0.84±1.44
	L	0.75±1.30	0.50±0.87	0.64±1.10	0.46±0.80	0.00±0.00
Octanoic acid (caprylic acid)	**K**	1.01±1.74	0.72±1.24	0.99±1.64	0.32±0.55	0.00±0.00
	M	1.04±1.80	0.78±1.35	0.99±1.72	0.42±0.74	0.00±0.00
	L	1.04±1.80	0.61±1.05	0.68±1.17	0.35±0.61	0.00±0.00
n-Decanoic acid (Decanoic acid)	**K**	0.94±1.63	0.54±0.94	1.21±2.10	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.55±0.96	0.46±0.79	0.69±1.20	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Pentanoic acid, 2-methyl-	**K**	1.60±2.77	3.11±5.39	0.00±0.00	2.86±4.04	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	2.33±2.68	2.22±3.85	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	1.80±2.13	2.76±4.79	1.58±2.74	0.00±0.00
Nonanoic acid	**K**	1.01±1.76	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Propanedioic acid, propyl-	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.59±1.01	0.61±1.05	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Butanoic acid, 2-methyl-	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.40±0.68	0.26±0.45
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	1.52±1.92	0.00±0.00
	L	0.58±1.01	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Octanoic acid, 2-methyl-	**K**	0.00±0.00	0.47±0.82	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
3-Pentenoic acid, 4-methyl-	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.42±0.72	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Hexanoic acid, 2-methyl-	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.47±0.82	0.00±0.00	0.28±0.49
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

*Aynı olgunlaşma dönemleri arasında farklı büyük harfi (A,B..) içeren Butanoic acid (Butyric asid) ve Acetic acid değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0.05$).
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Butanoic acid (Butyric asid) ve Acetic acid değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynir örneklerinde saptanan karboksilik asitlerin oluşumu; lipoliz, laktoz metabolizması ve aminoasit deaminasyonu şeklinde biyokimyasal reaksiyonlar ile meydana gelmektedir (Curioni ve Bosset 2002).

Bütirik asit enzimatik lipoliz reaksiyonu ile oluşur (Molimard ve Spinnler 1996). Sonuçlar incelendiğinde bütirik asit değeri en yüksek K kodlu peynirde görülürken, M ve L peyniri de onları takip etmektedir.

Asetik asit çoğunlukla laktozun laktata metabolize olması, laktatın ise mikroorganizmalar tarafından sekonder reaksiyonlar ile asetik asite dönüşümü ile oluşur(McSweeney ve Sousa 2000). Yapılan analizler sonucunda asetik asit değeri en yüksek M kodlu peynirde ve sonrasında L kodlu peynirde görülmüştür. Peynirin aromasında küçük bir reaksiyon olmasına rağmen, laktik asidin starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından asetik asit ve karbondioksite oksidasyonu olası bir reaksiyondur; Asetik asidin Cheddar ve Hollanda tipi peynirlerin lezzetine katkıda bulunduğu gösterilmiştir (McSweeney and Sousa, 2000; Singh vd. 2003).

Tüm peynir örneklerinde başlangıçta kaprik asit tespit edilmiştir. Kaprik asit değerlerinle K ve L örneğinde düşüş olduğu hatta olgunlaşma sonunda sıfırlandığı görülmüştür. M örneğinde ise olgunlaşma süresince dalgalanmalar görülmüştür. Kaprilik asit değerleri incelendiğinde ise, tüm peynir örneklerinde düşüş ve olgunlaşma sonunda değer sıfır tespit edilmiştir. Dekanoik asit miktarları incelendiğinde L kodlu peynirde tespit edilmediği görülmüştür. K ve M kodlu peynirlerde ise başlangıçta tespit edilmiş olgunlaşma sonunda azalarak sıfırlanmıştır. Nonanoik asit miktarlarına bakıldığında yalnızca K kodlu peynirde olgunlaşmanın 1. gününde tespit edilirken diğer günlerde bulunmadığı, M ve L örneklerinde ise olgunlaşma boyunca görülmediği gözlenmiştir.

M kodlu peynirde olgunlaşma sonunda hekzanoik asit tespit edilmiştir. Hekzanoik asitin, süt ürünlerinde keçi aroması (Delahunty ve Drake 2004) ve keskin aroma notları (Ganesan ve Weimer 2007) ortaya çıkardığı bildirilmiştir. Hekzanoik asitin M kodlu

peynirin duyusal analiz sonuçlarının en yüksek değerde çıkmasına, katkı yaptığı düşünülmektedir.

4.6.2 Alkoller

Olgunlaşma süresince belirlenen ortalama alkol miktarları ve standart sapma değerleri çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Peynir örneklerinin tespit edilen alkollerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Alkoller		**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
Ethyl alcohol (Ethanol)	**K**	13.43±7.43	13.65±7.01	7.83±4.28	5.65±6.30	27.96±17.87
	M	30.62±22.77	33.26±9.09	18.28±22.10	7.29±4.07	11.71±3.31
	L	13.23±8.51	17.10±14.20	14.22±20.48	7.84±7.14	18.33±7.33
2-hexanol	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.77±1.34	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1,2,4-Butanetriol	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.60±1.05	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında alkol içeriği ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Olgunlaşmanın başlangıcında etil alkol miktarı en fazla M kodlu peynirde görülmüş, olgunlaşma süresince tüm peynir türlerinde dalgalanma görülürken, olgunlaşma tamamlandığında en yüksek etil alkol miktarı K kodlu peynirde gözlenmiştir. Olgunlaşmanın 30. Gününde M kodlu peynirde 2-hekzanol, K kodlu peynirde ise 1,2,4-Butanetriol tespit edilen diğer alkollerdir.

Alkoller peynirde alkollü, meyvemsi, yeşil, çiçek, gül, malt, bal, otsu, tatlı, kokulu, karamel gibi çok çeşitli aromalar üretebilmektedir (Fernández-García 1996; Moio vd. 2000; Qian ve Reineccius 2002; Frank vd. 2004; Garde vd. 2005; Qian ve Burbank, 2007; van Leuven vd. 2008). Alkollerin sert peynirlerin aromasında sadece sınırlı rolleri

olabildiği raporlanırken, aromaya çok daha fazla katkısı olan esterlerin oluşumu için önemli bulunmuştur (Vítová vd. 2006; Qian ve Burbank 2007).

Çalışmamızda tüm peynir örneklerinde, etil alkol temel alkol olarak belirlenmiştir. En yüksek K kodlu peynir örneğinde tespit edilmiştir. Peynirlerde alkol üretebilen birkaç mikroorganizma laktokok, laktobasil ve mayadır (Yvon ve Rijnen 2001). Olgunlaşma sonunda özellikle maya sayısının K kodlu örnekte daha yüksek bulunması, alkol miktarının bu örnekte yüksek belirlenmesi ile ilişkilendirilmiştir.

4.6.3 Ketonlar

Olgunlaşma süresince belirlenen ortalama keton miktarları ve standart sapma değerleri çizelge 4.28'de verilmiştir.

Ketonların birçok süt ürününde fazla miktarda tespit edildiği ve ikincil alkollere indirgenebilen ara bileşenler olduğu belirtilmiştir. Örneğin; 2-3 butanedion, enzimler ile önce asetoine sonra sırasıyla bütan-2-3-ol ve 2-bütanona son olarakta 2-bütanole indirgenmektedir (Bontinis vd. 2012). Ketonlar kendilerine has koku ve düşük algılanma eşik değerine sahiptir (Curioni ve Bosset 2002).

Olgunlaşma süresince tüm örneklerde diasetile (2,3-bütanedion) rastlanmıştır. Olgunlaşmanın sonunda en yüksek K kodlu örnekte tespit edilmiştir. Diasetil sitratın metabolizması ile üretilir (Tian vd. 2019). Diasetil bazı peynirlerin ana aroma bileşikleridir (Curioni ve Bosset 2002). Diasetil kremsi, tereyağlı bir aromaya sahiptir. (Le Bars ve Yvon 2008) ve 2-heptanon yoğurdun tatlı aroması ve mavi peynir benzeri aroma ile ilişkilidir (Cadwallader ve Singh 2009; Tian vd. 2019).

Çizelge 4.28 Peynir örneklerinin tespit edilen ketonların bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Ketonlar		G1	G15	G30	G60	G90
2,3-butanedione (diacetyl)	**K**	1.78±2.04	1.20±1.08	6.65±6.26	3.62±3.28	26.97±30.62
	M	2.67±0.68	2.31±0.86	7.82±7.37	2.53±1.56	0.96±0.21
	L	4.36±0.45	1.20±1.08	4.86±4.11	10.61±9.29	5.62±7.89
2-Propanone	**K**	1.11±1.92	1.39±1.32	1.42±1.48	1.43±1.24	1.21±1.26
	M	2.39±2.16	0.37±0.65	0.84±1.45	2.10±2.07	2.70±0.47
	L	2.50±2.17	1.93±1.98	1.57±1.52	3.80±3.59	1.10±0.99
Acetoin	**K**	3.11±1.74	0.68±1.18	1.81±3.13	1.70±2.32	9.24±12.03
	M	17.72±18.0	7.75±6.25	8.99±6.75	17.96±24.16	7.29±9.93
	L	4.84±0.56	4.32±3.80	14.04±12.52	7.88±6.81	7.34±9.22
2-Butanone (methyl ethyl ketone)	**K**	0.54±0.94	0.99±0.87	0.77±0.67	0.90±0.82	1.10±0.98
	M	0.79±0.69	0.25±0.43	0.52±0.89	0.28±0.49	0.49±0.43
	L	1.40±1.42	0.32±0.56	0.89±0.97	1.11±1.24	0.38±0.33
2-Pentanone (Ethyl aseton)	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	8.26±9.92	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2-Pentadecanone	**K**	0.00±0.00	0.69±1.20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.46±0.79
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2-Propanethione	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.69±1.20	0.00±0.00	0.14±0.54

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında keton içeriği ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

2-propanone ve 2-butanone de olgunlaşma boyunca tüm peynir türlerinde tespit edilmiş ve miktarlarda dalgalanma görülmüştür. 2- bütanon, mikroorganizmalar aracılığıyla laktozdan ya da sitrat metabolizması yolu ile 2,3 bütandiondan meydana gelmektedir (McSweeney ve Sousa 2000). Bu dönüşümlerin, keton bileşik tespit ve konsantrasyonlarındaki dalgalanmaların nedeni olduğu düşünülmektedir.

Olgunlaşma süresi boyunca tüm örneklerde asetoin tespit edilmiş ancak miktarında dalgalanmalar gözlenmiştir. Bu dalgalanmanın nedeni mikroorganizmalarca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu ara ürün oluşum ve dönüşümü kaynaklı olabilmektedir. Diasetile benzer şekilde, bazı peynirlerde ana aroma bileşiği olan asetoin (Curioni ve Bosset 2002) *L. lactis* tarafından piruvattan sentezlenmekte (Le Barsve Yvon, 2008) ve ortam şartlarına bağlı olarak butandiol dehidrogenaz enzimi aracılığıyla 2,3-butandiole indirgenmektedir (McSweeney, 2004). Ayrıca asetoin, süt ürünlerindeki süt yağı aroması ile ilişkilidir (Le Bars ve Yvon, 2008).

Olgunlaşmanın 15.gününde M kodlu örnekte 2-pentanone, K kodlu örneklerde 2-pentadecanone tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 30. Ve 90. Gününde L örneğinde 2-propanethione tespit edilmiştir. Ketonların, süt yağı tanımlayıcısı ile ilişkili olarak peynire, esas olarak tereyağlı ve kremsi olmak üzere farklı aromalar kazandırdığı bildirilmiştir (Reyes-Díaz 2019). Buna göre, bu çalışmada tespit edilen bu ketonların tat ve aroma oluşumuna etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.6.4 Esterler

Olgunlaşma süresince belirlenen ortalamaester miktarları ve standart sapmala değerleri çizelge 4.29'da verilmiştir.

Esterler, bir alkol ile bir organik asit arasında gerçekleşen reaksiyon ile oluşmakta ve kalsiyum oksit tarafından aktive edilebilmektedir. (Yvon and Rijnen, 2001; Smit et al., 2005). Peynirde çoğunlukla kısa zincirli serbest yağ asitlerinin, etanol varlığıyla esterifikasyonuyla oluşan etil esterler tespit edilmektedir (Bontinis vd. 2012). Düşük algılanma eşik değerine sahip oldukları için düşük konsantrasyonda bulunsalar dahi peynir aromasında etkilidirler (Molimard ve Spinnler 1996). Peynirde meyvemsi ve/veya çiçeğimsi aroma oluşturan esterler genellikle bazı yağ asitlerinin sebep olduğu keskin tadı bir noktaya kadar yumuşatabilmektedirler (Gallois ve Langlois 1990).

Çizelge 4.29 Peynir örneklerinin tespit edilen esterlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Esterler		G1	G15	G30	G60	G90
Ethyl acetate	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.96±1.66	0.54±0.94	0.30±0.53
Methyl butyrate	**K**	0.38±0.66	0.97±0.85	2.34±2.91	1.88±3.26	1.03±1.26
	M	1.93±1.03	0.56±0.97	1.78±1.59	1.31±1.68	1.46±1.67
	L	1.51±1.31	1.18±1.03	1.90±1.84	2.46±3.05	1.17±1.08
Acetic acid ethyl ester	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	2.15±3.73	1.60±2.78	0.50±0.88	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.81±1.40	0.00±0.00	5.28±9.14	0.00±0.00
Acetic acid methyl ester	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.49±0.85
	M	0.00±0.00	0.75±1.29	0.2±0.34	2.30±3.52	0.00±0.00
	L	0.77±0.82	4.10±5.66	4.46±5.10	12.48±20.44	2.88±2.29
Acetic acid ethenyl ester	**K**	2.33±2.08a	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	M	4.98±4.33	0.00±0.00	0.00±0.00	2.61±4.52	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.50±0.87	0.00±0.00	0.00±0.00
Pentanoic acid, methyl ester	**K**	0.00±0.00	0.42±0.74	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.86±1.48
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Pentanoic acid, 2-methyl-, butyl ester	**K**	0.00±0.00	1.85±1.86	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.72±1.25	0.00±0.00
Octanoic acid, methyl ester	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.37±0.64	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Acetic acid ethenyl ester değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde *L. lactis* içeren M ve L kodlu örneklerde ester miktarlarının ticari kültür ile üretilen K kodlu peynire göre daha yüksek miktarda ve

daha çeşitli olduğu gözlenmiştir. Tat ve aroma analizinde M ve L kodlu peynirlerin daha yüksek beğeni alması da bu durumu desteklemektedir.

Yapılan analizler sonucunda, K ve M örneklerinde etil asetat tespit edilmezken, L kodlu peynirde olgunlaşmanın 30. Gününden itibaren gözlenmiştir. Esterler uçucu oldukları için, düşük konsantrasyonlarda bile birçok peynirin aromasına önemli katkı sağlamaktadır (Bontinis vd. 2012). Etil asetatın olgunlaşma sonuna doğru L kodlu peynirin genel aromasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Laktik asit bakterileri, glikoliz yoluyla peynirde karboksilik asit üretimi gösterebilmektedir. Glikoliz esas olarak LAB tarafından laktat oluşumuna yol açar, ancak ara ürün piruvatın bir kısmı alternatif olarak çeşitli aroma bileşiklerine dönüşebilir (Smit vd. 2005). Ayrıca bakteriler peynirde protein kullanabilirler ve aldehitler, karboksilik asitler, alkoller ve esterler gibi uçucu bileşiklerin metabolik öncüleri olan peptitlere ve amino asitlere metabolize olurlar (Yvon ve Rijnen, 2001; Smit vd. 2005).
Olgunlaşma süresi sonunda tüm peynir örneklerinde metil bütirat tespit edilmiş ve olgunlaşma sonunda M ve L kodlu yani *L. lactis* eklenen peynirlerde daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. *L. lactis*, laktat yerine esas olarak etanol, asetat ve format üretir, böylece etil ester oluşumunu tetikler. Hem esterler hem de metil ketonlar, düşük algılanma eşikleri nedeniyle peynirin lezzetine güçlü bir şekilde katkı sağlamaktadır (Curioni ve Bosset 2022).

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde *L. lactis* içeren M ve L kodlu örneklerde ester miktarlarının ticari kültür ile üretilen K kodlu peynire göre daha yüksek ve daha çeşitli miktarda olduğu gözlenmiştir. Tat ve aroma analizinde M ve L kodlu peynirlerin daha yüksek oy alması da bu durumu desteklemektedir.

4.6.5 Aldehitler

Olgunlaşma süresince belirlenen aldehit miktarlarının ortalamaları ve standart sapmaları çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 Peynir örneklerinin tespit edilen aldehitlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Aldehitler		**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
Hexanal	**K**	0.92±1.09	0.00±0.00	0.52±0.90	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.44±0.76	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Heptanal	**K**	1.10±1.91	0.00±0.00	0.89±1.55	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.72±1.26	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Octanal	**K**	0.85±1.48	0.00±0.00	0.64±1.12	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.88±1.53	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Nonanal	**K**	1.09±1.24	0.31±0.54	0.71±1.23	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.46±0.79	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.71±1.22	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Isobutyraldehyde	**K**	0.00±0.00	0.56±0.96	0.00±0.00	0.00±0.00	0.14±0.25
	M	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.73±0.63b
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Butanal	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.69±0.60b	0.00±0.00a

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A,B..) içeren örneklerin arasında aldehit değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0.05$).
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Butanal ve Isobutyraldehyde değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynirlerde aldehitler genellikle strecker degradasyonu ya da aminoasitlerden transaminasyon ile meydana gelmektedir. Geçiş bileşenleri gibi davranarak olgunlaşma esnasında alkol ve asitlere dönüşürler (Munoz vd. 2003). Peynirde az aldehit değeri

optimal olgunlaşmayı göstermekte, fazla aldehit değeri olumsuz tatlara yol açabilmektedir (Moio ve Addeo 1998).

Yapılan analizler sonucunda, hekzanal, heptanal ve oktanal olgunlaşmanın başlangıcında K ve L kodlu örneklerde görülürken 30. Günde sadece K örneğinde ve olgunlaşmanın sonunda sıfır olarak tespit edilmiştir. Nonanal, olgunlaşmanın başında K örneğimde gözlemlenirken 30. Gününden sonra sıfırlanmıştır. Ayrıca olgunlaşmanın 1. Gününde L örneğinde, 30. Gününde M örneğinde tespit edilmiştir. Butanal yalnızca olgunlaşmanın 60. Gününde L örneğinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda peynir örneklerinin tamamında nonanal, butanal, hekzanal, heptanal ve oktanal tespit edilmemiştir. Olgunlaşma sonunda K ve M örneklerinde izobütiraldehit tespit edilmişken L örneğinde olgunlaşma süresince gözlenmemiştir.

Aldehitler, bakterilerden aldehit dehidrojenazlara atfedilebilen indirgeme reaksiyonlarından ortaya çıkan yağ asitlerinin ürünleridir. Ayrıca dallı zincirli amino asit katabolizmasından türetilirler (Ganesan ve Weimer 2007; Gobbetti vd. 2007). Aldehitler primer alkollere dönüştükleri için alakalı asitlere oksidasyonu sebebiyle peynirin aromasındaki etkisi olan temel bileşen değildirler, uçucu bileşenler içinde ufak bir yer kaplamaktadır (Munoz vd. 2003).

Metil alkoller ile birlikte metil aldehitler, *L. lactis* suşları tarafından üretilen kötü aromalar ile öncesinde ilişkilendirilmiştir (Ayad vd. 1999; Morgan 1976) Özellikle *L. lactis* ile üretilen L kodlu peynirde olgunlaşma sonunda hiç aldehit tespit edilmemesi tat ve aroma da bakımından beğenilmesine neden olmuş olabilir. Ayrıca, *L. lactis*, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonundan kaynaklanan ve progresif peynir olgunlaşmasını gösteren hekzanal ve oktanal ile negatif olarak ilişkilendirilmiştir (Carbonell vd. 2002; Hayaloglu 2007). Bazı yazarlar tarafından bildirildiği gibi, hekzanal peynire yeşil bitki ve çimen kokusu (Guarrasi vd. 2017), 2-heptenal ve oktanal ise süt ürünlerine hoş olmayan, kızarmış sebze aroması vermektedir. Bu nedenle, Dolci vd. (2020), bir İtalyan çiğ süt peynirinde olgunlaşma boyunca en iyi kalıcılık gösteren
L. lactis kültürünün, muhtemelen kötü tatlardan sorumlu mikroorganizmalarla rekabet

ettiğini düşünmüşlerdir. Bu da çalışmamızda *L. lactis* ile üretilen peynirlere atfedilen daha iyi aroma ve tat puanlarını açıklayabilir.

4.6.6 Hidrokarbonlar

Olgunlaşma süresince belirlenen ortalama hidrokarbon miktarları ve standart sapma değerleri çizelge 4.31'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31 Peynir örneklerinin tespit edilen hidrokarbonların bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Hidrokarbonlar		**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
Hexadecane	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.78±1.35
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Ethane, 1,1'-oxybis-	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.70±1.22
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	1.21±2.10	0.00±0.00
Benzene (1-Methylethenyl)	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.34±0.59a	0.83±0.72b	1.47±1.36b
Limonene	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0,96±1,67
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

*Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma dönemleri arasında ve peynir türleri arasında hirokarbon içeriği ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Yapılan analizler sonucunda, örneklerde heksadekan, etan, 1,1'-oxybis-, benzene, limonene gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresince yalnızca K örneğinde 90. Günde hekzadekan tespit edilirken, M ve L örneğinde tespit edilmemiştir. Etan, 1,1'-oxybis- ise M örneğinde 90. Günde, L örneğinde ise 60. Günde gözlemlenirken, K örneğinde olgunlaşma boyunca tespit edilmemiştir. Ayrıca, olgunlaşmanın 30. Gününden itibaren L örneğinde benzene gözlenirken, K örneğinde 90. Günde limonene tespit edilmiştir.

Hidrokarbonların peynirlerde lipid otooksidayonu ile oluştuğu ya da hayvan yemlerinden (saman, ot gibi) kaynaklandığı belirtilmiştir (Barbieri vd. 1994). Peynirlerde çok sık tespit edildiği halde çoğunlukla düşük konsantrasyonlarda belirlendiği ve yüksek algılama eşik değerlerine sahip oldukları için peynir aromasında

önemli düzeyde katkıları yoktur. Bununla beraber hidrokarbonlar farklı aromatik bileşenlerin prekürsörü olarakta görev almaktadır (Carbonell vd. 2002).

4.6.7 Diğer (muhtelif) bileşenler

Olgunlaşma süresince belirlenen diğer bileşenler ortalama miktarları ve standart sapma değerleri çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Peynir örneklerinin tespit edilen diğer bileşenlerin bağıl miktarları (mg/kg) (n=3)

Diğer bileşenler		**G1**	**G15**	**G30**	**G60**	**G90**
p-Cymene	**K**	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	M	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	L	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.20 ±0.35	0.35±0.61

*Aynı olgunlaşma döneminde farklı büyük harfi (A, B..) içeren örneklerin arasında diğer bileşenlerin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0.05$).
*Aynı peynir türünde farklı küçük harfi (a,b..) içeren örneklerin Benzene (1-methylethenyl) değerlerinin ortalamaları arasındaki fark ($p<0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
*Harflendirme yapılmayan örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Analizler sonucunda olgunlaşmanın 90. Gününde L örneğinde p-cymene tespit edilmiştir.

4.6 Peptit Profili

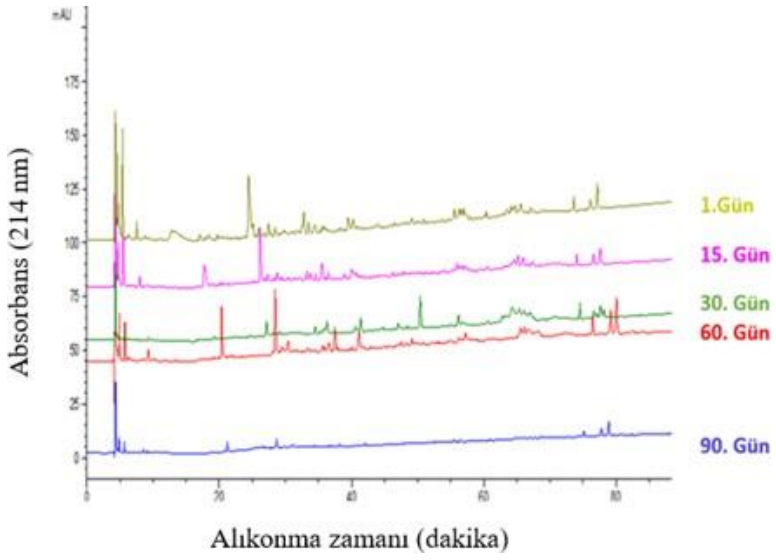
Peynirde ikincil proteolizin belirlenmesinde, genellikle suda çözünen ekstraktların RP-HPLC ile analizi uygulanmaktadır (McSweeney ve Fox 1997, Hayaloğlu 2013). HPLC kromatogramları; meydana gelen pik sayıları, yükseklikleri ve oluştuğu bölgeler (hidrofilik, hidrofobik bölge) peynirde proteoliz konusunda önemli bilgiler verebilmektedir (Topçu 2004).

Peynirde peptit profilleri incelenen çalışmalarda, RP-HPLC kromotogramlarının erken bölgesinde gözlenen piklerde aminoasit ve düşük molekül ağırlıklı peptitler, geç

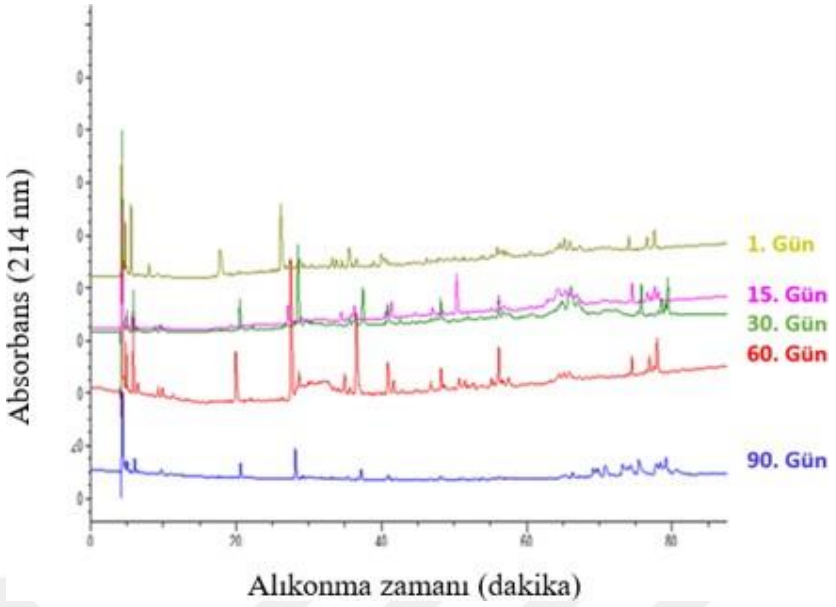
bölgesinde gözlenen piklerde yüksek molekül ağırlıklı peptitler bulunduğuğu belirtilmiştir (Hayaloğlu vd. 2004, De Llano vd. 1995, Pavia vd. 2000).

Koçak ve arkadaşlarının (2020) salamura keçi sütü Beyaz peynirinde yaptıkları çalışmalarında 90 günlük olgunlaşma süresince kromatogramlarda hidrofilik peptitler ortalama 20-50 dak. arasında, hidrofobik peptitler ise 70-80 dak. arasında HPLC kolonundan çıkmıştır. Öztürkoğlu (2014) çiğ sütten ürettiği Divle Obruk peynirindeki çalışmasında 120 günlük olgunlaşma süresince ortalama hidrofilik peptitleri ortalama 5-30 dak. arasında, hidrofobik peptitleri ise ortalama 55-85 dak. arasında gözlemlenmiştir. Topçu (2004) 90 günlük olgunlaşmaya tabi tutulan Beyaz peynir örneklerinde kromatogramlarda hidrofilik peptitler ortalama 22-40 dak. arasında, hidrofobik peptitler ortalama 40-90 dak. arasında arasında kolonu terk ettiğini belirtmiştir. Çalışmamızda kromatogramlarda hidrofilik peptitler ortalama 20-45 dak. arasında, hidrofobik peptitlerin ise ortalama 50-80 dak. arasında HPLC kolonundan çıkmıştır.

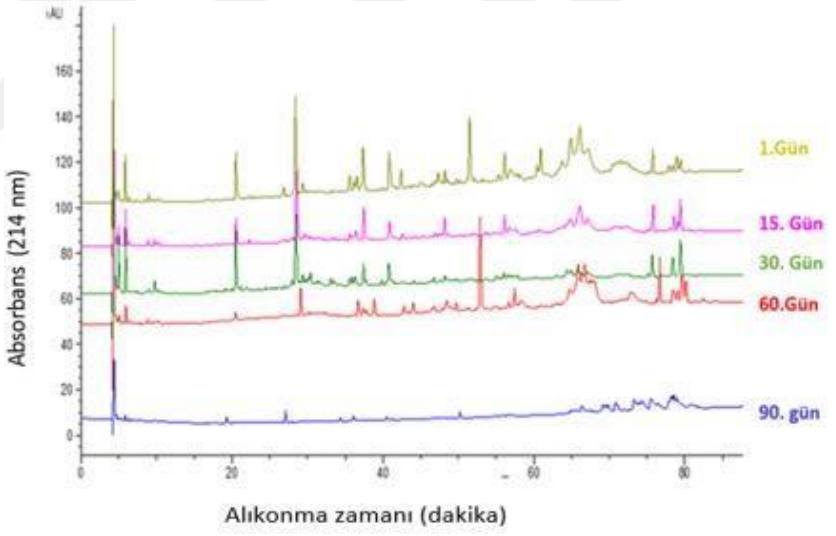
Bu çalışmada, örneklerin pH 4.6 da çözünür fraksiyonlarında ki peptit profilleri RP-HPLC de 214 nm'de uygulanmıştır. Peynir örneklerinin 1.,15.,30.,60., ve 90.Olgunlaşma günlerinde pH 4.6 da çözünür fraksiyonların RP-HPLC kromatogram şekilleri Şekil 4.1-4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.1 Kontrol (K) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları



Şekil 4.2 Mix (M) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları



Şekil 4.3 *Lactis* (L) örneğinde oldunlaşma süresinde p H 4.6'da çözünen fraksiyonların skalaları

Peynirler olgunlaşmanın ileri safhalarına gidildikçe daha fazla kazein ve büyük peptitler küçük peptitlere parçalanmaktadır (Öztürkoğlu 2014). Bu çalışmada elde edilen kromatogramlar incelendiğinde depolama süresince, tüm peynir örneklerinde olgunlaşmanın 1. Gününden itibaren olgunlaşmanın son gününe kadar pik sayısında artışlar gözlemlenmiştir.

Örnekler arası karşılaştırma yapıldığında L kodlu örneklerde, diğer örneklere göre daha yüksek pikler tespit edilmiştir. Bunun nedeni L kodlu örnekte, kullanılan *L. lactis* şusunun ticari starter kültüre göre daha yüksek proteolitik aktivitesi olması şeklinde düşünülebilir.

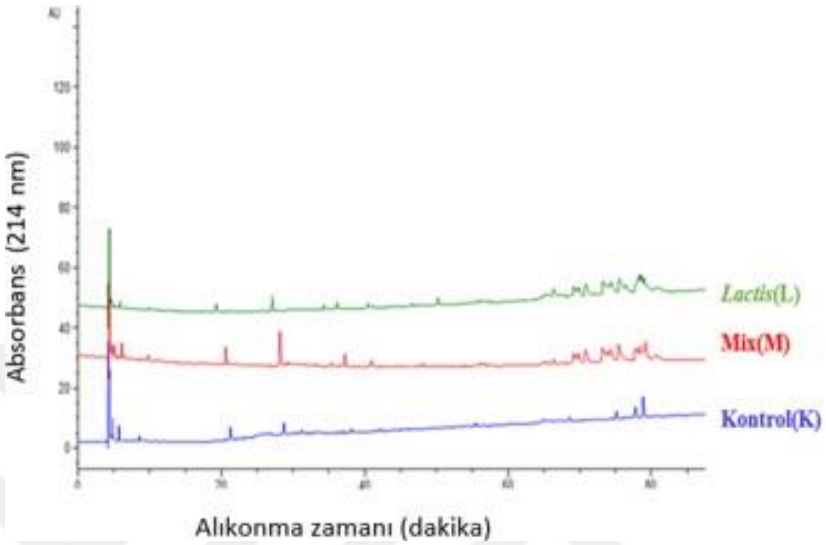
Kromatogramlarda görüldüğü gibi, hidrofilik bölgede 30. Dakika civarında gelen büyük pik daha sonra azalma göstermiştir. Bunun nedeni, özellikle M ve L örneklerinde kullanılan *L. lactis* suşundan kaynaklı peptidaz/proteaz enzim aktivitesi (Michaelidou vd. 1998) sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Bazı peptitler, olgunlaşmanın başından sonuna kadar geçen sürede bazı zamanlarda artış bazı zamanlarda ise azalış göstermektedir. Peptitlerin yıkımında, lize olan laktik asit bakterileri enzimlerinin etkisi olabileceği belirtilmiştir (El Soda 1995, Urbach 1995). Peynir örneklerinde, hidrofobik bölgede yaklaşık 51, 67 ve 78. Dakikalarda gelen piklerde depolama süresince pik yüksekliğinde artış/azalış şeklinde değişkenlik tespit edilmiştir.

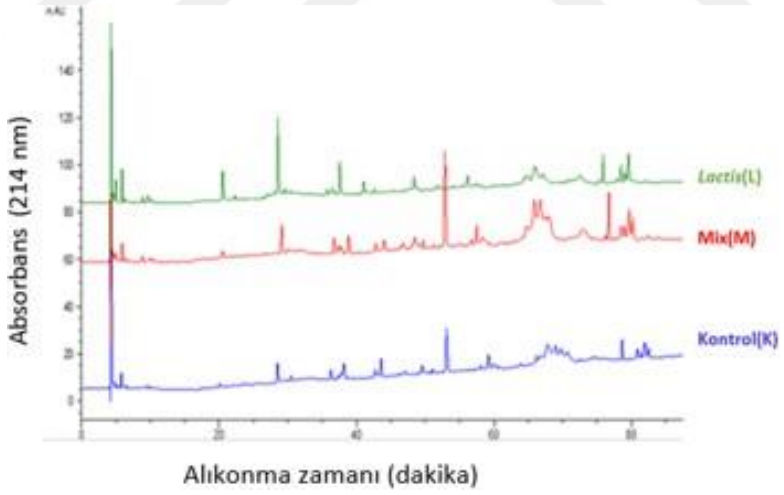
Kromatogramlar incelendiğinde, hidrofilik bölgede meydana gelen peptit sayılarının çok fazla değişmediği ve konsantrasyonlarında artış olduğu, orta ve hidrofobik bölgelerde oluşanların sayılarında ve konsantrasyonlarında yine artış olduğu görülmektedir. Peynir örnekleri arasında peptit profilleri bakımından farklılık gözlenmiştir. L kodlu örnekte pik sayıları ve konsantrasyonları daha fazla iken K kodlu örnekte en düşük, M kodlu örnekte ise ikisinin arasında seyretmektedir. L ve M kodlu örneklerdeki pik sayılarının, ticari kültür ile üretilen K örneğinden fazla olması; bu örneklerin *L. lactis* ile üretilmiş olması ve buna bağlı olarak bu kültürün değişik miktarda salgıladığı proteolitik enzimlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda, aynı olgunlaşma zamanında K, M ve L örneklerinin peptit profili üzerine etkilerini görselleştirmek için kromatogramlar çakıştırılarak verilmiştir (Şekil 4.4- 4.8). Kromatogramlarda da görüldüğü gibi olgunlaşmanın 1. Gününde peynirler arasında benzerlik vardır. Olgunlaşma ilerledikçe farklı mikroorganizmaların içerdiği proteolitik enzim aktiviteleri ile farklılaşmaktadır. *L. lactis* ile üretilen peynirde 15. Ve 30. Günden

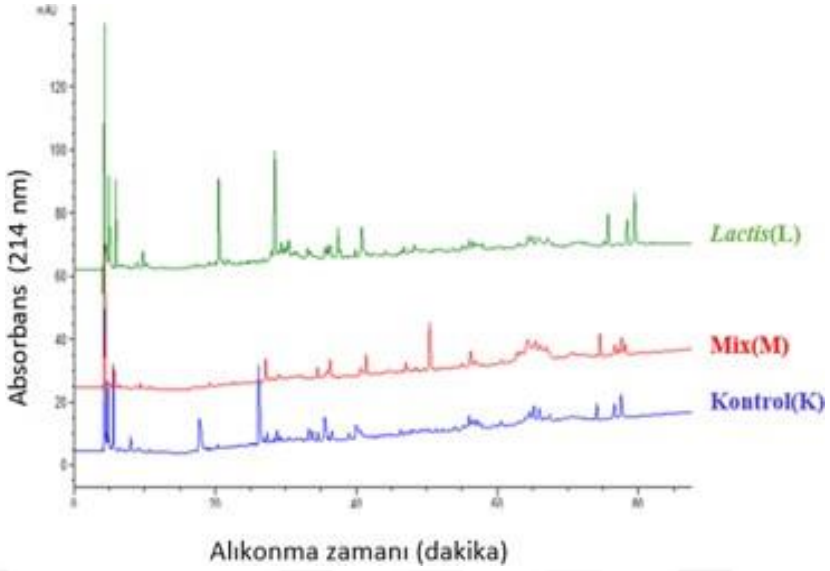
itibaren erken bölgede görülen pik sayı ve yüksekliğindeki artış, bu suşun daha ileri proteolitik aktivitesi olması nedeni ile olabilir. 90. Günde ise hem erken hem orta alıkonma zamanında fark görülmektedir.



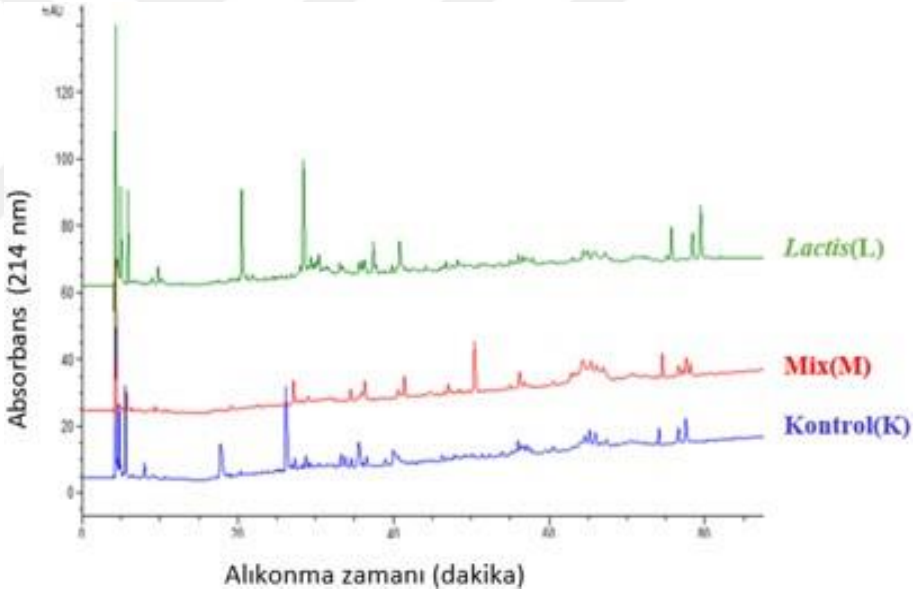
Şekil 4.4 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 1. Gününde peptit profilleri



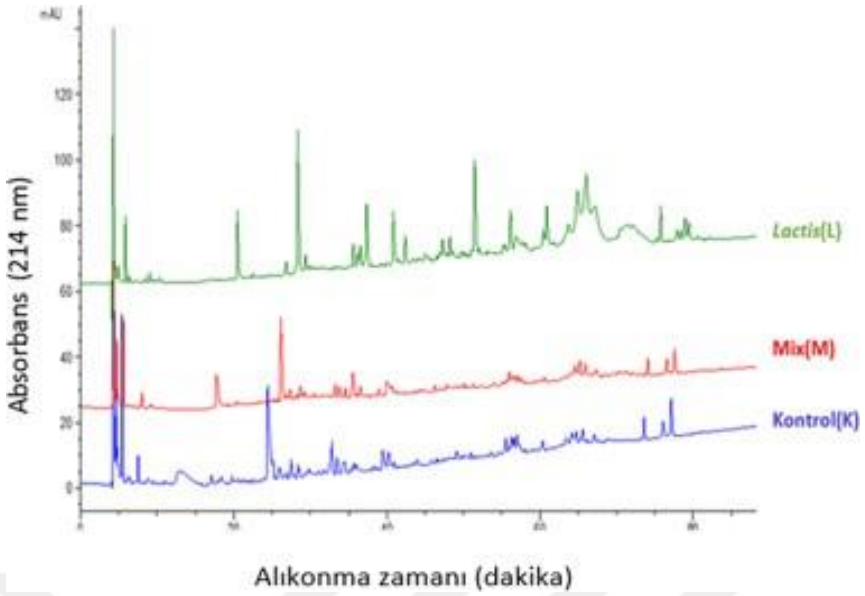
Şekil 4.5 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 15. Gününde peptit profilleri



Şekil 4.6 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 30. Gününde peptit profilleri



Şekil 4.7 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 60. Gününde peptit profilleri



Şekil 4.8 K,M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 90. Gününde peptit profilleri

Öztürkoğlu (2014), Divle Obruk peynirinin olgunlaşma süresince yapılan ölçümlerde artış azalış görmüştür. Toplam analiz süresinde, kromatogramların 5 ve 30. Dakikalar aralığında gözlenen pikler aminoasit ve küçük molekül ağırlığı olan hidrofilik peptitleri, 30 ve 55. Dakikalar aralığında gözlenen piklerin çoğunlukla küçük molekül ağırlığı olan hidrofobik peptitleri, 55 ve 85. Dakikalar aralığında gözlenen piklerin de büyükk molekül ağırlığı olan hidrobik karakterdeki peptitleri nitelediği belirtilmiştir. Kromatografik analizlerde önce gelen piklerin yüz yirmi gün süren olgunlaşma süresince uygulanan ölçümlerde artış ve azalmalar gösterdiğini, olgunlaşmanın tamamlandığında ise başlangıcındaki miktara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, peptit sayılarındaki artışın bilhassa orta ve hidrofobik bölgede çeşitli yeni peptitler meydana geldiği için olduğu tüm örneklerinde gösterilmiştir.

Topçu (2004) yaptığı çalışmada, Beyaz peynirde depolama süresi boyunca pik sayısında ve yüksekliğinde artışlar olduğunu belirtmiştir. Hidrofobik peptitlerin genellikle acılaşmaya neden olduğunu, bu nedenle hidrofobik bölgedeki peynirlerin konsantrasyonunda tespit edilen düşüşün; gelişen mikroorganizmaların aktiviteleri nedeniyle tatlı peptitlere dönüştüğünü ve hidrofobik peptitlerin hidrolizle hidrofilik peptit ve serbest aminoasite indirgenmesiyle hidrofobik bölge peptitlerinin düştüğü belirtilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ticari starter kültür, ticari starter kültür ve *L. lactis* karışımı ve sadece *L. lactis* kullanılarak 3 tip Beyaz peynir üretilmiştir. *L. lactis* ile üretilen peynirler, sadece ticari starter kullanılarak üretilen peynir ile karşılaştırılarak kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, uçucu bileşenler, duyusal ve kromotografik analizlere tabi tutulmuştur. Üç farklı parti üretim ile elde edilen üç tip peynirin, özellikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla kategoriler halinde elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler aşağıda listelenmektedir:

Kimyasal Özellikleri Bakımından Genel Değerlendirme:

- pH değeri ve titrasyon asitliği sonuçlarına göre peynir örnekleri arasında ve depolama günleri arasında değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşma süresi boyunca tüm peynir türlerinde pH değerlerinde düzenli düşüş gözlenmiştir. Titrasyonasitliğinde ise olgunlaşma süresince dalgalanmalar söz konusudur. K ve M örneklerinde ilk 15 günde asitliğin artıp, 30. ve 60. günlerinde arttığı ve depolama süresinin sonunda tekrar arttığı görülmüştür. L örneğinde ise, 15. ve 30. günlerde düşüş görülürken 60. ve 90. günde artış görülmektedir. Asitlik değerlerindeki dalgalanmaların peynir örneklerinde depolama süresince gelişen mikroorganizmalar ve laktoz içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Kuru madde ve kuru maddede yağ içerikleri incelendiğinde örnekler ve depolama günleri arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Kuru madde miktarı olgunlaşma ilerledikçe artmıştır. Olgunlaşma sonunda ise en yüksek kuru madde içeriği L kodlu peynir örneğinde görülmüştür.
- Olgunlaşma ilerledikçe tüm peynir türlerinde yağ, tuz ve kuru madde de tuz değerlerinde artış gözlenmiştir. Örnekler arasında ve depolama süresi boyunca yağ değerleri arasındaki fark önemli görülmüştür. Tuz ve kuru maddede tuz değerlerinde, örnekler arasında önemli farklılık yokken depola günleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Tuz, kuru madde de tuz ve yağ değerlerindeki farklılıkların kuru madde miktarının olgunlaşma boyunca artmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Protein bakımından olgunlaşma süresince örnekler ve depolama günleri arasındaki farklılık önemli görülmüştür. Olgunlaşma süresince tüm peynir türlerinde olgunlaşma ilerledikçe düzenli artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda yüksek protein değeri olan L kodlu peynirdir.
- Olgunlaşma süresince suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi sonuçlarına bakıldığında örnekler ve depolama günleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). SÇA ve olgunlaşma süresince tüm peynir örneklerinde SÇA miktarlarında artış göstermiştir.

Mikrobiyolojik Özellikler Bakımından Genel Değerlendirme:

- Olgunlaşma süreci boyunca örnekler arası ve olgunlaşma günleri boyunca TAMB sayıları bakımından fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). K ve M ile kodlanan örneklerde olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde toplam bakteri sayısında düşüş olurken olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde artış gözlenmiştir. L kodlu peynir örneğinde ise olgunlaşma süresince dalgalanma görülmüştür.
- Peynir örneklerinde maya-küf sayıları bakımından olgunlaşma süresince örnekler arasında ve depolama günleri arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Olgunlaşmada ilk 30 günde örneklerde maya-küf gözlenmemiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde K kodlu peynirde maya-küf görülürken *L. lactis* ilave edilen M ve L kodlu peynirlerde görülmemiştir Olgunlaşma sürecinin 90. gününde tüm örneklerde maya-küf gözlenmiştir.
- Olgunlaşma boyunca örnekler ve depolama günleri arasında *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısı fark önemli bulunmuştur. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısında dalgalanma gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda, K kodlu peynirde başlangıca göre *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısında düşüş görülürken, M ve L kodlu peynir örneklerinde artış gözlenmiştir.
- Olgunlaşma boyunca örnekler ve depolama günleri arasında *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı fark önemli bulunmuştur. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca *Lactococcus* cinsi bakteri sayısında dalgalanma gözlemlenmiştir. Olgunlaşma başlangıcında ve sonunda, en yüksek değer M kodlu örnektedir

- Peynir örneklerinde koliform grubu bakteri analizi incelendiğinde, hiçbir peynir örneğinde koliform grubu bakteri görülmemiştir.

Duyusal Özellikler Bakımından Genel Değerlendirme:

- Olgunlaşma boyunca örnekler ve depolama günleri arasında tat-koku değerleri bakımından önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). İstatistiksel olarak fark önemli bulunmasa da *L. lactis* kullanılarak üretilen M ve L kodlu peynirlerin beğeni puanı daha yüksektir.
- Olgunlaşma süresince örnekler ve depolama günleri arasında yapı-tekstür değerleri bakımından önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Yapılan analizler sonucunda peynir örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bulunmasa da yapı-tekstür açısında başlangıçta L kodlu peynir en beğenilen peynir olurken, olgunlaşma sonunda en beğenilen peynir M kodlu peynir olduğu görülmüştür.

- Olgunlaşma süresince örnekler ve depolama günleri arasında renk-görünüş değerleri bakımından önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Yapılan renk-görünüş değerlendirmesi sonucunda, olgunlaşma tamamlandığında tüm peynirlerin tam puan aldığı görülmüştür.

Tekstürel Özellikler Bakımından Genel Değerlendirme:

- Olgunlaşma süresince sertlik (hardness) değerlerindeki değişim örnekler arasında önemli fark bulunmazken, depolama günleri arasında tespit edilen fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşma süresince tüm peynir türlerinde sertlikte azalış tespit edilmiştir. Depolama süreci bittiğinde sertlik değeri en yüksek olan K kodlu örnek iken, en düşük olan L örneğidir.
- Olgunlaşma boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişim örnekler arasında önemli fark bulunmazken, depolama günleri arasında tespit edilen fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşma süresince tüm peynir türlerinde yapışkanlık analizinde dalgalanmalar görülmüştür. M ve L örneklerinde olgunlaşmanın 90. gününe kadar düşüş tespit edilmiştir.

- Olgunlaşma süresince örnekler ve depolama günleri arasında elastikiyet (springiness), esneklik (resilience), iç yapışkanlık (cohesiveness) değerlerinde önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Elastikiyet, esneklik ve iç yapışkanlık değerleri açısından tüm örneklerde olgunlaşma boyunca dalgalanmalar gözlenmiştir.
- Olgunlaşma süresince peynir örnekleri ve depolama günleri arasında sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişim anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm örneklerde olgunlaşma boyunca düşüş gözlenmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde en düşük değer L örneğinde iken, olgunlaşmanın son gününde ise yine en düşük değer, L kodlu peynirde görülmüştür.
- Olgunlaşma süresince peynir örnekleri ve depolama günleri arasında çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişim anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm örneklerde olgunlaşma süresi boyunca çiğnenebilirlik değerinde düşüş gözlenmiştir. Olgunlaşma sonunda çiğnenebilirlik değeri en yüksek K örneğinde iken en düşük değer L örneğindedir.

Proteoliz Düzeyi Bakımından Genel Değerlendirme:

- Kromatogramlar incelendiğinde depolama süresince, tüm peynir örneklerinde olgunlaşmanın 1. gününden itibaren olgunlaşmanın son gününe kadar piklerde artışlar gözlemlenmiştir. Hidrofilik bölgede 30. dakika civarında gelen büyük pik daha sonra azalma göstermiştir.
- Peynir örneklerinde, hidrofobik bölgede yaklaşık 51, 67 ve 78. dakika gelen piklerde depolama süresince pik yüksekliğinde artış/azalış şeklinde değişkenlik tespit edilmiştir.
- Kromatogramlar incelendiğinde, hidrofilik bölgede meydana gelen peptit sayılarının çok fazla değişmediği ve konsantrasyonlarında artış olduğu, orta ve hidrofobik bölgede oluşanların sayılarının ve konsantrasyonlarının artığı görülmektedir.

Uçucu Bileşen (Aroma) Profili bakımından Genel Değerlendirme:

- Olgunlaşma süresi boyunca karboksilik asitler en yüksek paya sahip uçucu bileşen grubudur. Belirlenen 12 karboksilik asitten en belirgin konsanstrasyonda olanlar

asetik asit ve bütirik asittir. Bütirik asit ve asetik asit değerleri bakımından örnekler arasındaki fark önemli bulunmazken, olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim önemli bulunmuştur. Kaprik asit, oktanoik asit, pentanoic asit, nonanoic asit, propanedioic asit Butanoic acid, 2-methyl- Octanoic acid, 2-methyl-3-Pentenoic acid, 4-methyl- Hexanoic acid, 2-methyl- örneklerde gözlmelenen diğer karboksilik asitler olmuştur ve bunların örnekler arasında ve depolama günleri arasında önemli farklılık bulunmamıştır.

- Olgunlaşma süresi boyunca 3 alkol tespit edilmiştir. Alkoller arasında etil alkol, tüm örneklerde temel alkol olarak belirlenmiştir. Örnekler ve depolama günleri arasında etil alkol değeri bakımından önemli farklılık bulunmamıştır. Olgunlaşmanın 1. gününde etil alkol miktarı en fazla M örneğinde görülürken, olgunlaşma süresince tüm peynir türlerinde dalgalanma gözlemlenmiştir ve olgunlaşma tamamlandığında en yüksek etil alkol miktarı K örneğindedir. Dalgalanmanın nedeni oluşan reaksiyonlara ve oluşum mekanizmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşmanın 30. gününde M kodlu peynirde 2-hexanol, K kodlu peynirde ise 1,2,4-Butanetriol tespit edilen diğer alkollerdir.
- Olgunlaşma boyunca 7 adet keton tespit edilmiştir. Tespit edilen keton bileşiklerinin değerinde olgunlaşma boyunca dalgalanma ve düzensizlik mevcuttur. 2,3-butanedione, 2-Propanone, Acetoin, 2-Butanone tüm peynir türlerinde belirgin keton bileşikleridir. Olgunlaşmanın 15. gününde M örneğinde 2-Pentanone, K örneğinde 2-Pentadecanone tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 30. ve 90. gününde L örneğinde 2-Propanethione tespit edilmiştir.
- Olgunlaşma süresince aromada etkili olan toplam 10 adet ester belirlenmiştir. Peynir türleri arasında önemli farklılık asetik asit etenil esterde gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Metil bütirat tüm örneklerde en belirgin gözlenen ester olmuştur. Bütanoik acit metil ester olgunlaşma sonunda M ve L kodlu yani *L. lactis* eklenen peynirlerde tespit edilmiştir. Etil asetat L örneğinde olgunlaşmanın 30.gününden itibaren gözlenmiştir ve diğer örneklerde tespit edilmemiştir. Asetik asit etil ester de *L. lactis* eklenen M ve L örneklerinde olgunlaşma sürecinde gözlenmiştir.
- Olgunlaşma sürecince toplamda 6 adet aldehit belirlenmiştir. Tüm örneklerde dalgalanan ve düşük konsantrasyonlarda görülmüş ve olgunlaşma sonunda genellikle sıfırlanmıştır. Olgunlaşma sonunda görülen tek aldehid isobütiraldehittir.

İsobütiraldehit olgunlaşmanın son gününde K ve M örneklerinde görülürken tamamen *L. lactis* kullanılarak üretilen L peynirinde tespit edilmemiştir. Hexanal, Heptanal ve Octanal olgunlaşmanın başlangıcında K ve L kodlu örneklerde görülürken 30. günde sadece K örneğinde ve olgunlaşmanın sonunda sıfır olarak tespit edilmiştir. Nonanal, olgunlaşmanın başında K örneğinde gözlemlenirken 30. gününden sonra sıfırlanmıştır. Ayrıca olgunlaşmanın 1. gününde L örneğinde, 30. gününde M örneğinde tespit edilmiştir. Butanal yalnızca olgunlaşmanın 60. gününde L örneğinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma sonunda peynir örneklerinin tamamında Nonanal, Butanal, Hexanal, Heptanal ve Octanal tespit edilmemiştir.

- Olgunlaşma süresince hexadecane, ethane, 1,1'-oxybis- , benzene ve limonene olmak üzere toplamda 4 adet hidrokarbon tespit edilmiştir. Örnekler ve peynir türleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Olgunlaşma süresi boyunca yalnızca K örneğinde 90. günde hexadecane tespit edilirken, M ve L örneğinde tespit edilmemiştir. Ethane, 1,1'-oxybis- ise M örneğinde 90. günde, L örneğinde 60. günde gözlemlenirken, K örneğinde ise olgunlaşma boyunca tespit edilmemiştir. Olgunlaşmanın 30. gününden itibaren L örneğinde benzene gözlenirken, K örneğinde 90. günde limonene tespit edilmiştir.
- Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde toplamda 1 adet muhtelif bileşen görülmüştür. Olgunlaşmanın 90. L örneğinde p-cymene tespit edilmiştir.

Tamamen dışa bağımlı olduğumuz starter kültür sektöründe yabancı ticari kültürler yerine doğal kaynaklardan izole edilen yerli mikroorganizmalarımızı kullanarak üretim denemeleri yapmak çok önemlidir. Bu sayede üretilecek peynirlerin ekonomik fayda sağlamanın yanı sıra tat, aroma ve doku gibi duyusal özelliklerde çeşitlilik oluşturabileceği düşünülmektedir. Ülkemizin kültür ihtiyaçlarının karşılanabilme olanaklarını belirlemek için yapılan bu çalışma önemlidir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, ticari starter kültür kullanımı yanında, *Lactococcus lactis* in starter kültür olarak kullanımı tat-aroma ve yapı-tekstür bakımından arzu edilen özelliklerde ürün eldesi sağlama özelliğindedir. Ayrıca bu çalışma *Lactococcus lactis* çalışmaları ve Beyaz Peynir üretiminde istenen özelliklerin oluşması gibi konularla ilgili yapılacak diğer çalışmalara kaynak niteliğindedir.

KAYNAKLAR

Ahmed, A.S., Wehaidy, R.H., Ibrahim, A.O., El Ghani A.S., El-Hofi, A.M. 2016. Novel milk-clotting enzyme from Bacillus stearothermophilus as a coagulant in UF- white soft cheese. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 241-249.

Akalın, A. S., Karaman, A. D. (2010). Influence of packaging conditions on the textural and sensory characteristics, microstructure and color of industrially produced Turkish white cheese during ripening. J Texture Stud, 41(4), 549-562, doi: 10.1111/j.1745-4603.2010.00241.x.

Akarca, G., Yildirim, G. 2021. Effects of the probiotic bacteria on the quality properties of mozzarella cheese produced from different milk. Journal of Food Science and Technology volume 59, pages3408–3418.

Akoğlu, A., Yaman, H., Coşkun, H., Sarı, K. 2016. Mengen peynirinden laktik asit bakterilerinin izolasyonu, moleküler tanımlanması ve bazı starter kültür özelliklerinin belirlenmesi. 21(2), 453-459.

Altieri, C., Ciuffreda, E., Maggio, D.B. ve Sinigaglia, M., 2016. Lactic Acid Bacteria As Starter Cultures. Starter Cultures in Food Production, Edited by Barbara Speranza, Antonio Bevilacqua, Maria Rosaria Corbo, Milena Sinigaglia. Viley Blackwell Publishing, p.1-15.

Anonymous. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: A. K. Halkman. Başak Matbacılık Ltd. Şti., 358 s, Ankara.

Anonymous. 2006. "TS 591 Beyaz Peynir Standardı", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Avşar, Y.K., 2010. "Milk Fat Globule Size, Powder Hydration Time, Para-K-Casein Content And Textural Properties Of Recombined White-Brined Cheese Produced By Direct Recombination System". Journal of Food Processing and Preservation, 34, 223-240.

Awad, R.A., Abdel-Hamid L.B,. El-Shabrawy S.A., Singh R.K. 2002. Texture and microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. LWT-Food Sci Technol. 35:54–61.

Axelsson, L. 2004. Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology. Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker, 139, 1-66.

Ayad, E.H.E., Verheul, A., Jong, C.D., Wouters, J.T.M., Smit, G. 1999. Flavour forming abilities and amino acid requirements of Lactococcus lactis strains isolated from artisanal and non-dairy origin. International Dairy Journal. Pages 725-735. https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00140-5.

Ayar, A., N. Akın ve D. Sert. 2006. Bazı peynir çeşitlerinin mineral kompozisyonu ve beslenme yönünden önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 319-322, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Barbieri, G., Bolzoni, I., Careri, M. Manglia, A., Paolari, G., Spagonoli, S., Virgili ve R. 1994. Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 1170-1176.

Başaran P, Basaran N, Cakır I. 2001. "Molecular Differentiation Of Lactococcus Lactis Subspecies Lactis And Cremoris Strains By Ribotyping And Site Specific PCR"Current Microbiology.

Baysal, S. 2019. Beyaz Peynirde Enstrümental Tekstür ve Duyusal Analizler Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, ProQuest Dissertations Publishing. Bursa Uludag University .28736849.

Benkerroum, N., Oubel, H., Zahar, M., Dlia, A., Filali-Maltouf, A. 2000. Isolation of a bacteriocin-producing Lactococcus lactis subsp. lactis and application to control Listeria monocytogenes in Moroccan jben. Journal of Applied MicrobiologyVolume 89, Issue 6 p. 960-968.

Bhaskaracharya, R.K., Shah, N.P., 2000. Texture characteristics and microstructure of skim milk mozzarella cheeses made using exopolysaccharide or non-exopolysaccharide producing starter cultures. Aust. J. Dairy Technol., 55. pp. 132-138.

Bontinis, T. G., Mallatou, H., Pappa, E. C., Massouras, T. ve Alichanidis, E. 2012. Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. Small Ruminant Research, 105(1-3); 193-201.

Bourne, M.C. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, California 92101-4495.

Bryant, A., Ustunol, Z., Steffe, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. J. Food Sci., 60(6), 1216-1219.

Büyükyörük, S. 2007. Geleneksel Olarak hazırlanmış İzmir Tulum Peynirinden *Lactococcus lactis* (Lactococcus lactıs alttür lactis ve alttür cremoris) suşlarının Izolasyonu, Fenotipik ve moleküler Teknikler ile Identifikasyonu. Doktara Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Cabezas, L., Sánchez, I., Poveda, J. M., Seseña, S., Palop, M. L. 2007. Comparison of microflora, chemical and sensory characteristics of artisanal Manchego cheeses from two dairies. Food Control, 18, 11–17.

Cadwallader, K. R., and T. K. Singh. 2009. Flavours and off-flavours in milk and dairy products. Advanced Dairy Chemistry, 14, 631–690.

Calvo, M.V., Castillo, I., Diaz-Barcos, V., Requena, T., Fontecha, J., 2007. Effect af a Hygienized Rennet and a Defined Strain Starter on Proteolysis, Texture andSensory Properties of Semi-Hard Goat Cheese. Food Chemistry, 102: 917-924.

Carbonell, M., Nunez, M. ve Fernández-Garcia, E. 2002. Evolution of the volatile components of ewe raw milk La Serena cheese during ripening. Correlation with flavour characteristics. Le Lait, 82: 683-698.

Caridi, A. 2013. Identification and first characterization of lactic acid bakteria isolated from the artisanal ovine cheese Pecorino del Poro. International Journal of Dairy Technology, 56, 105-110.

Carminati, D., Giraffa, G., Quiberoni, A., Binetti, A., Suárez ve V., Reinheimer, J. 2010. Advances and Trends in Starter Cultures for Dairy Fermentations. Biotechnology of Lactic Acid Bacteria Novel Applications, 177-192.

Chen, H.C., Wang, S.Y., Chen, M.J. 2008. Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. Elsevier Food Microbiology. Pages 492-501. https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.01.003

Cinbaş, T., Kılıç, M. 2005. Proteolysis and lipolysis in white cheeses manufactured by two different production methods. Int. J. Food Sci. Technol., 40, 1-8.

Cintas, L.M., Casaus, M.P., Herranz, C, Nes, I.F., Hernández, P.E. 2001. Review: bacteriocins of lactic acid bacteria. Food Sci Technol Int., 7.281–305.

Corroler, D., Mangin, I., Desmasures, N., Gueguen, M. 1998. An ecological study of Lactococci isolated from raw milk in the Camembert cheese registered designation of origin area. Appl Environ Microbiol., 64, 4729-4735.

Cretenet, M., Laroute, V., Ulve, V., Jeanson, S., Nouaille, S., Even, S., Piot, M., Girbal, L.,Le Loir, Y., Loubiere, P., Lortal, S., Cocaign-Bousquet, M. 2011. Dynamic analysis of the Lactococcus lactis transcriptome in cheeses made from milk concentrated by ultrafiltration reveals multiple strategies of adaptation to stresses. Appl. Environ. Microbiol., 77, 247-257.

Curioni, P.M.G. ve Bosset, J.O. 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. International Dairy Journal, 12:12, 959-984.

Çetinkaya, A., 2021. Kars Piyasasında Satışa Sunulan Yoğurt, Beyaz Peynir ve Kars Kaşar Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Gıda The Journal Of Food. E-ISSN 1309-6273, ISSN 1300-3070. 46 (5) 1233-1242.

Dağdemir, E., Çelik, Ş., Özdemir S., 2003. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White Cheese. Int. J. Dairy Technol., 56, 215-218.

De Llano, D.G., Polo, M.C. and Ramos, M. 1995. Study of proteplysis in artisanal cheeses; high performance liquid chromatography of peptides. Joyrnal of Dairy Science, 78:5, 1018-1024.

Delahunty, C.M. ve Drake, M. 2004. Sensory Character of Cheese and its Evaluation. heese: Chemistry, Physics and Microbiology, 455-487.

Demirci, M., Şimşek, O., Arıcı, M. 1991. Tekirdağ Piyasasında Satılan Lorların Bileşimi ve Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine bir Araştırma. The Journal ofFood, 16-5.

Desfosses-foucault, E., Lapointe, G., Roy, D. 2013. Dynamics and rRNA transcriptional activity of lactococci and lactobacilli during Cheddar cheese ripening. Int. J. Food Microbiol. 166, 117-124.

Dolci, P., Alessandria, V., Rantsiou, K., Bertolino, M. 2010. Microbial diversity, dynamics and activity throughout manufacturing and ripening of Castelmagno PDO cheese. International Journal of Food Microbiology 143(1-2):71-5.

Dolci, P., Ferrocino, I., Giordano, M., Pramotton, R., Vernetti-Prot, L., Zenato, S., Barmaz, A. 2020. Impact of Lactococcus lactis as starter culture on microbiota and metabolome profile of an Italian raw milk cheese. International Dairy Journal.110, 104804.

El Soda, M. 1995. Acceleration of Flavour Formation during cheese ripening. Developments in Food Science. Ed. C. George, Elsevier. 37; 721-746.

Ercan, D. 2009. Quality Characteristic of Traditional Sepet Cheese (phd. Thesis), The Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir.

Espitia, P.P.J., de Soares, F.F.N, dos Reis Coimbra, J.S., de Andrade, N.J., Souza Cruz, R., Alves Medeiros, E.A. 2012. Bioactive peptides: synthesis, properties, and applications in the packaging and preservation of food. Compr Rev Food Sci Food Saf 11:187–204.

Everett, D.W., Auty, M.A.E. P.L.H., McSweeney, P.F., Fox, P.D. 2017. Cheese microstructure Cheese: Chemistry, physic and microbiology, 549.

Fernández, E., Alegría, A., Delgado, S., Martín, M.C., Mayo, B., 2011. Comparative phenotypic and molecular genetic profiling of wild Lactococcus lactis subsp. lactis strains of the L. lactis subsp. lactis and L. lactis subsp. cremoris genotypes, isolated from starter-free cheeses made of raw milk. Appl. Environ. Microbiol. 77,5324-5335.

Fernández-García E. 1996. Use of Headspace Sampling in the Quantitative Analysis of Artisanal Spanish Cheese Aroma. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(7).

Florez, A.B., Mayo, B. 2006. Microbial diversity and succession during the manufacture and ripening of traditional, Spanish, blue-veined Cabrales cheese, as determined by PCR-DGGE. Int. J. Food Microbiol. 110, 165-171.

Fortina, M. G.,Ricci, G., Foschino, R., Picozzi, C., Dolci, P., Zeppa, G., Cocolin, L. And Manachini, P. L., 2007. Phenotypic Typing, Technological Properties and Safety Aspects of Lactococcus garvieae Strains from Dairy Enviroments. Journal of Applied Microbiology, 103:2, 445- 453.

Foulquie- Moreno, M. R., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E., De Vuyst, L. 2006. The role and application of enterococci in food and health. International Journal of Food Microbiology. 106, 1–24.

Fox, P. F., Cogan, T. M., Guinee, T. P. 2017b. Factors That Affect the Quality of Cheese. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), 1: 617-641.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. 2017a. Fundamentals of Cheese Science. 2nd Edition, Springer, New York, 799 p. ISBN: 978-1-4899- 7679-6.

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., Guinee, T. P. 2004. Cheese: Chemistry, physics and microbiology (3th ed.). London: Elsevier.

Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L.H., Wallance, J. 1999. Biochemistry of cheese ripening. Cheese: Chemistry Physics and Microbiology Vol. 1, In: Fox PF(ed), 2nd edn. Aspen Publication, Maryland, 389-438.

Frank, D., Owen, C., Patterson, J. 2004. Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactory-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 37(2):139-154.

Gallois, A. ve Langlois, D. 1990. New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. Le Lait, 70, 89-106.

Ganesan, B. ve B. C. Weimer. 2007. Amino acid metabolism in relationship to cheese flavor development. Pages 70–101 in Improving the flavour of cheese. B. C. Weimer, ed. CRC Press, Boca Raton,FL, and Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

Garbowska, M., Pluta, A., Berthold-Pluta, A. 2020. Proteolytic and ACE-inhibitory activities of Dutch-type cheese models prepared with different strains of Lactococcus lactis. Food Bioscience 35 (2020) 100604.
www.elsevier.com/locate/fbio

Garde, S., Avila, M., Medina, M., Nunez, M. 2005. Influence of a bacteriocin- producing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánicocheese. International Dairy Journal.

Gerasi, E., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N. 2003. Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in the Greek island Sifnos. International Journal of Dairy Technology 56:2, 117-122.

Gobbetti, M., Ferranti, P., Smacchi, E., Goffredi, F., Addeo, F. 2002. Production of angiotensin-Iconverting enzyme-inhibitory peptides in fermented milk started by Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus SS1 and Lactobacillus lactis subsp. cremoris FT4. Appl Environ Microbiol 66:3898–3904.

Gobbetti, M., Angelis, M.D., Cagno, R.D., Mancini, L., Fox, P.F. 2015. Pros and cons for using non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) as secondary/adjunct starters for cheese ripening. Trends in Food Science & Technology. 45:2, 167-178.

Gobbetti, M., Minervini, F., and Rizzello, C. G. 2007. Bio-active peptides in dairy products. In: Handbook of food prod-ucts manufacturing. Y. H. Hui, (ed), John Wiley & Sons, Inc. 489-517.

Göze, D. 2018. Kaşar peynirinin olgunlaşmasının hızlandırılmasında otolitik özellikli Lactococcus lactis Subsp. Cremoris'in kullanımı. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Burdur.

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Lebars, D. ve Bergere, J.L. 1975. Etude du role des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Le Lait, 55 (548); 502-516.

Guarrasi, V., Sannino, C., Moschetti, M., Bonanno, A., Di Grigoli, A., & Settanni, L. 2017. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese. International Journal of Food Microbiology, 259, 35-42.

Guinee, T.P., 2004. Salting and the role of salt in cheese. International Journal of Dairy Technology, 57:2-3, 99-109. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00145.x

Guinee, T.P., Kilcawley, K.N. 2017. Ingredient Cheese and Cheese-Based Ingredients. Chemistry, Physics and Microbiology, 715-755.

Güler, Z., Uraz, T. 2004. Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste and odour) of traditional Turkish white cheese. Soci. Dairy Technol., 57, 237-242.

Gürbüz, F., Başpınar, E., Çamdeviren, H. Ve Keskin, S. 2003. Tekrarlanan Ölçümlü Deneme Düzenlerinin Analizi. Van. ISBN: 975-92253-0-1.

Gürsoy, O. ve Kesenkaş, H. 2011. Peynir Mikrobiyolojisi. Peynir Biliminin Temelleri, 79-120.

Gwartney, E.A., Larick, D.K., Foegeding, E.A. 2006. Sensory Texture and Mechanical Properties of Stranded and Particulate Whey Protein Emulsion Gels. Journal of Food Science. p. S333-S339.

Harmankaya, S., Harmankaya, A. 2020. Investigation of some microbiological and chemical properties of different cheeses. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(3): 1389-1400. https://doi.org/10.17798/bitlisfen.658163

Harrigan, W.F, ve McCance, M.E. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology, Revised Ed., Academic Press, London.

Harrigan, W.F. 1998. Laboratory methods in food microbiology, 3rd Ed, Academic Press, pp. 295-296. London.

Hatipoğlu, A., Celik, S. 2020. The compositional and biochemical characteristics of traditional Diyarbakir Örgü cheese during the ripening period. Indian Journal of Dairy Science, 73(4), 312-320.

Hayaloğlu, A.A., Guven, M., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. 2005. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish White-brined cheese during ripening. J Dairy Sci, 88(10): 460-3474. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73030-7.

Hayaloğlu, A.A., Guven, M., Fox, P.F. and Hannon, J.A., McSweeney, P.L.H. 2004. Proteolysis in Turkish White-brined cheese made with defined strains of Lactococcus. International Dairy Journal, 14(7); 599-610.

Hayaloğlu, A.A., Özer, B. 2011. Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya, İzmir, Türkiye, 643 s. ISBN: 0310182863.

Herreros, M.A., Fresno, J.M., Prieto, M.J.G., Tornadijo, M.E., 2003. Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). International Dairy Journal 13(6);469-479.

Holzapfel, W.H. 2003. Enterococci in foods. Functional and safety aspects. International Journal of Food Microbiology. 88. 103–346. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17188

Irlinger, F., Helinck, S., Jany, J.L. 2017. Secondary and Adjunct Cultures. Academic Press, Chemistry, Physics and Microbiology, 273-300.

ISO, International Organization of Standardization, 1998. International Standard ISO 15214:1998 Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs. In: Horizontal Method for Enumeration of Mesophilic LActic Asit Bacteria. Colony Count Technique at 30oC.

Jo, Y., Benoist, D. M., Ameerally, A., Drake, M. A. 2018. Sensory and chemical properties of Gouda cheese. American Dairy Science Association. 101:1967– 1989.

Johnson, M.E. ve Lucey, J.A. 2006. Kalsiyum: Peynir işlevselliğini kontrol etmede önemli bir faktör. Ağustos. J. Süt Teknolojisii. 61 (2): 147 – 53.

Karabıyık, Ş., Erdoğmuş, S. 2019. Peynir Üretiminde Mikroorganizmaların Rolü ve Önemli Mikroorganizma Grupları. JRENS, 1: 35-45.

Karabıyıklı, Ş. 2006. Kopanisti peyniri mikroflorasının tespiti ve fermantasyonunda rol oynayan mikroorganizmaların tanımlanması. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.

Karahan, L.E. 2015. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi ve Süt Ürünlerinde Kullanımı. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi. 5:2, 200 – 216.

Karaman, A. D., Akalın, A. S. 2013. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream. Lebensm Wiss Technol,50(2), 503-510, doi: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.017

Kavas, G., Oysun, G., Kınık, Ö., Uysal, H. 2004. Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat White pickled cheese. Food Chem., 88; 381-388.

Kırma, İ. 2016. Gıda kaynaklı laktik asit bakterileri kullanılarak ekzopolisakkarit üretimi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Kieronczyk, A., Skeie, S., Langsrud, T., Yvon, M. 2003. Cooperation between Lactococcus lactis and nonstarter lactobacilli in the formation of cheese aroma from amino acids. Applied and Environmental Microbiology, 69, 734e739.

Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C., Reuter, G. 1998. Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid baceria. Int J Food Microbiol, 41: 103-125.

Koca, N. Ve Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. Elsevier International Dairy Journal. Pages 365-373.

Korish, M., Abd Elhamid, A. M. 2012. Improving the textural properties of Egyptian kariesh cheese by addition of hydrocolloids. International Journal of Dairy Technology, 65: 237-242.

Kosikowski, F.V. and Mistry, V.V. 1997. Cheese and Fermented Milk Foods, Origins and Principles. (1).

Kuchroo, C.N. ve Fox, P.F. 1982. Fractionation of the water-soluble nitrogen from cheddar cheese- Chemical methods. Milchwissenschaft-Milk Science International, 37(11);651-653.

Kuo, M.I., Gunasekaran, S., Johnson, M., Chen, C. 2001. Nuclear magnetic resonance study of water mobility in pasta filata and non-pasta filata mozzarella. Journal of Dairy Science. 84(9); 1950-1958.

Law, B.A. 1987. Proteolysis in relation to normal and accelerated cheese ripening. Cheese; chemistry, physics and microbiology. Elsevier Applied Science, 365-392. London and New York.

Lawrence, RC , LK Creamer ve J. Gilles. 1987 . Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science , 70 (8): 1748-60.

Le Bars, D., and M. Yvon. 2008. Formation of diacetyl and acetoin by Lactococcus lactis via aspartate catabolism. J. Appl. Microbiol. 104:171–177.

Lee, J.H., Diono, R., Kim, G.Y. Min, D.B. 2003. Optimization of solid phase microextraction analysis for the headspace volatile compounds of Parmesan cheese. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(5); 1136-1140.

Leroy F., De Vuyst L. 2004. Gıda fermantasyon endüstrisi için fonksiyonel starter kültürler olarak laktik asit bakterileri. Gıda Bilimi ve Teknolojisindeki Eğilimler. 15. 67-78.

Llano, D.G.D., Polo, M.C., Ramos, M. 1995. Study of proteolysis in Artisanal cheeses: HPLC of peptides, 78, 1018-1024.

Marino, M., Maifreni, M., Rondinini, G. 2003. Microbiological Characterization of Artisanal Montasio Cheese: Analysis of It's Indigenous Lactic Acid Bacteria. FEMS Microbiological Letters . 229 (1): 133-140.

Masoud, W., Takamiya, M., Vogensen, F. K., Lillevang, S., Al-Soud, W., Sorensen, S.J., Jakobsen, M. 2011. Characterization of bacterial populations in Danish raw milk cheeses made with different starter cultures by denaturating gradient gel electrophoresis and pyrosequencing. International Dairy Journal. 21(3); p.142- 148.

McCarthy, C.M., Wilkinson, M.G., Kelly, P.M., Guinee, T.P. 2015. Effect of salt and fat reduction on the composition, lactose metabolism, water activity and microbiology of Cheddar cheese. Dairy Sci. Technol. 95, 587e611.

McSweeney P. 2004. Biochemistry of cheese ripening. International Journal of Dairy Technology. 57 (2/3):147-155.

McSweeney, P. L. H. ve M. J. Sousa. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. 80:293–324.

McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F. 1997. Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. IDF Symposium " Ripening and Quality of Cheeses, 41 – 76.

Melilli, C., Barbano, D.M., Licitra, G., Tumino, G., Farina, G., Carpino, S. 2003. Influence of Presalting and Brine Concentration on Salt Uptake by Ragusano Cheese. Journal of Dairy Science, 1083-1100.

Metin, M. 2008. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. İzmir: Ege Meslek Yüksek Okulu Yayınları.

Michaelidou, A., Alichanidis, E., Urlaub, H., Polychroniadou, A. And Zerfiridis, G.K. 1998. Isolation and Identification of Some Major Water-Soluble Peptides in Feta Cheese. Journal of Dairy Science, 81(12); 3109-3116.

Mohamed, O.A.E., El Zubeir, I.E.M. 2018. Comparative study on chemical and microbiological properties of white cheese produced by traditional and modern factories. Annals Food Sci Technol, 19(1): 111-120.

Moio, L. ve Addeo., F. 1998. Grana Padano cheese aroma. Journal of Dairy Research 65; 317-333.

Moio, L., Piombino, P., Addeo, F. 2000. Odour-impact compounds of Gorgonzola cheese. Journal of Dairy Research 67(2):273-85.

Mokoena, M.P. Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: Classification, Biosynthesis and Applications against Uropathogens: A Mini- Review. *Molecules* 2017, *22*, 1255.

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

Møller, K.K., Rattray, F.P., Bredie, W.L.P., Høier, E., Ard€o, Y. 2007. Physicochemical and sensory characterization of Cheddar cheese with variable NaCl levels and equal moisture content. J. Dairy Sci. 96, 1953-1971.

Morales, P., Fernández-Garcia, E., Gaya, P., Nunez, M. 2003. Formation of volatile compounds by wild Lactococcus lactis strains isolated from raw ewes' milk cheese. International Dairy Journal.. Volume 13/, Issues 2–3, Pages; 201-209.

Morandi, S., Brasca, M., Andrighetto C., Lombardi, A., Lodi R. 2006. TechnologicalandMolecularCharacterization of EnterococciIsolatedfrom North-West ItalianDairyProducts. International Dairy Journal, 16, 867-875.

Morgan, M. E. 1976. The chemistry of some microbially induced flavor defects in milk and dairy foods. Biotechnology and Bioengineering, 18, 953-965.

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

Nakamura, Y., Yamamoto, N., Sakai, K., Okubo, A., Yamazaki, S., Takano, T. 1995 Purification and characterization of angiotensin I converting enzyme inhibitors from sour milk. J Dairy Sci 78:777–783.

Orla-Jensen, S. 1919. The Latic Acid Bacteria. Andr. Fred. Host and Son, Copenhagen.

Ortigosa, M., Arizcun, C., Irigoyen, A., Oneca, M., Torre, P. 2006. Effect of Lactobacillus Adjunct Cultures on the Microbiological and Physicochemical Characteristics of Roncal-Type Ewes' Milk Cheese. Food Microbiology 23: 591- 598.

Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M., Swings, J. 2005. Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). FEMS Microbiology Letters. 251-2;267–271. https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.08.012

Öksüztepe, G., Patır, B., Çalıcıoğlu M. 2004. Identification and distribution of lactic acid bacteria during the ripening of Şavak Tulum cheese, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29, 873 – 879.

Öner, Z., Karahan, L.E., A. G., Aloğlu, H. 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese. Food Sci. Technol., 39; 449-454.

Öner, Z., Sarıdağ, A.M. 2019. Keçi Sütünden Üretilmiş Beyaz Peynirlerde Olgunlaşma Süresince Meydana Gelen Değişimler. Gıda The Journal Of Food. E-ISSN 1309-6273, ISSN 1300-3070. 44 (3): 523-533.

Öztürkoğlu, Ş. 2014. Divle Obruk Peynirinin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, 241055 sayfa. Ankara Üniversitesi, Ankara.

Pappas, C. P., Kondyli, E., Voutsinas, L. P., Malatou, H. 1996a. Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, organoleptic and rheological properties of Feta cheese. J. Soci. Dairy Technol., 49; 73-78.

Parente, E. And Cogan, T.M. 2004. Starter Cultures: General aspects. In P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan and T.P. Guinee (Eds.). Cheese: Chemistry, physics and microbiology. General aspects. Pp. 124-136. London, UK: Elsevier Academic Press.

Pavia, M., Trujillo, A.J., Guamis, B. And Ferragut, V. 2000. Ripening control of salt-reduced Manchego-type cheese obtained by brine vacuum-impregnation. Food Chemistry, 70(2); 155-162.

Platteuw, C., Hugenholtz, J., Starrenburg, I., De Vos, W. 1995. Metabolic engineering of *Lactococcus lactis*; influence of the overproduction of α-acetolactate synthase in strains deficient in lactate dehydrogenase as a function of culture conditions. Applied Environmental Microbiology, 61:3967, 3971.

Pradromou, K., Thasitou P., Haritonidou, E., Tzanetakis, N. andLitopoulou – Tzanetaki, E. 2001. Microbiology of Orinotyri, a ewe'smilkcheesefromtheGreekmountains, International Journal of Food Microbiology, 18:319 – 328.

Puniya, A.K. Umar S.J. 2016. Puniya, M., Malik, A. 2016. Fermented Milk and Dairy Products. eBook ISBN9780429071782. https://doi.org/10.1201/b18987

Qian, M. C. ve Burbank, H. M., 2007. Hard Italian cheeses: Parmigiano- Reggiano and Grana Padano in Improving the Flavour of Cheese. Bart C. Weimer, 421–443.

Qian, M. C., Reineccius, G.A. 2002. Identification of Aroma Compounds in Parmigiano-Reggiano Cheese by Gas Chromatography/Olfactometry. Journal of Dairy Science 85(6):1362-9.

Ramírez-Nu~nez, J., Ruth Romero-Medran, G.V.N.-M.N.G.-M. 2011. Effect of pH and salt gradient on the autolysis of Lactococcus lactis strains. Braz. J. Microbiol. 42, 1495-1499.

Rantsiou, K., Alessandria, V., Urso, R., Dolci, P., Cocolin, L. 2008. Detection, quantification and vitality of Listeria monocytogenes in food as determined by quantitative PCR. Int. J. Food Microbiol. 121, 99-105.

Reyes-Díaz, R., González-Córdova, A.F. 2020. Estrada-Montoya, M.C., Méndez-Romero, J.I., Mazorra-Manzano, M.A., Soto-Valdez, H., Vallejo-Cordoba, B. Volatile and sensory evaluation of Mexican Fresco cheese as affected by specific wild Lactococcus lactis strains. American Dairy Science Association. 103:242–253.

Ruggirello, M., Cocolin, L., Dolci, P. 2016. Fate of Lactococcus lactis starter cultures during late ripening in cheese models. Elsevier Food Microbiology. 59,112-118.

Ruggirello, M., Dolci, P., Cocolin, L. 2014. Detection and viability of Lactococcus lactis throughout cheese ripening. PLoS One 9, e114280.

Ruggirello, M., Giordano, M., Bertolino, M., Ferrocino, I., Cocolin, L., Dolci, P. 2018. Study of Lactococcus lactis during advanced ripening stages of model cheeses characterized by GC-MS. Food Microbiology. Volume 74, Pages 132-142.

Rulikowska, A., Kilcawley, K.N., Doolan, I.A., Alonso-gomez, M., Nongonierma, A.B., Hannon, J.A., Wilkinson, M.G. 2013. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. Int. Dairy J. 28, 45e55.

Sağun, E., Sancak H., Durmaz, H. 2001. Van'da kahvaltı salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. YYÜ. Veteriner Fak. Derg., 12; 108-112.

Salazar-Montoya, J. A., Salazar-Montoya, R., Flores-Girón, E., Ramos-Ramírez, E.G. 2018. Effect of free and microencapsulated Lactococcus lactis on composition and rheological properties of Manchego-type cheeses during ripening. Food Research International Elsevier. 105, 59–64.

Saldo, J., Sendra, E., Guamis, B. 2002. Changes in water binding in high-pressure treated cheese, measured by TGA (thermogravimetrical analysis). Innovative Food Science and Emerging Technologies. 3; 203-207.

Samelis, J., Bleicher, A., Delbès-Paus, C., Kakouri, A., Neuhaus, K., Montel, M.C., 2011. FTIR-based polyphasic identification of lactic acid bacteria isolated from traditional Greek Graviera cheese. Food Microbiology Elsevier. Pages 76-83. https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.08.009

Settanni, L., Moschetti, G. 2010. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. Food Microbiol;27(6):691-7.

Shirashoji, N., Abe, T., Takahashi, K., Iwatsuki, K. 2006. Influence of emulsifying salts on functionality of sliced process cheese. J Anim Sci.. 84:423.

Singh, T. K., M. A. Drake, and K. R. Cadwallader. 2003. Flavor of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2:166–189.

Smit, G., Smit, B. A., & Engels, W. J. M. 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. FEMS Microbiology Reviews, 29, 591e610.

Soares Pinto, M., Fernández de Carvalho, A., Dos Santos Pires, A., de Paula, J., Sobral, D., and Resplande Magalhães, F. 2009. Survival of Listeria innocua in Minas traditional Serro cheese during ripening. Food Control, 20 (12), 1167-1170.

Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney, P.L.H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening, International Dairy Journal, 11, 327-345.

Souza, SS , AG Cruz , EHM Walter , JAF Faria , RMS Celeghini , MMC Ferreira ,D. Granato ve A. de S. Sant'Ana . 2011 . Brezilya UHT sütünün gerçekliğinin izlenmesi: Kemometrik bir yaklaşım . Gıda Kimyası ,124(2): 692 – 95.

Stanley, G. 2003. CHEESES | Starter Cultures Employed in Cheese-making. Academic Press Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition). Pages 1051-1056. https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00194-2.

Tamime, A.Y., Marshall, V.M.E. 1997. Microbiology and technology of fermented milks. Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk pp 57–152.

Tamime, A.Y., Skriver, A. ve Nilsson, L.E. 2006. Starter Cultures. Fermented Milks, Edited by Dr Adnan Tamime, p.11-52.

Terzaghi, B.E., Sandine, W.E. 1975. Improved Medium for Lactic Streptococci and Their Bacteriophages. AmericanSocietyforMicrobiology Journals. P. 807-813.

Thuy Ho, V.T., Dong, A., Lo, R., Turner, M.S. 2021. Isolation and Evaluation of Anti-Listeria Lactococcus lactis from Vegetal Sources. Part of the Methods in Molecular Biology book series. 2220:243-257. doi: 10.1007/978-1-0716-0982- 8_19.

Tian, H., Y. Shi, Y. Zhang, H. Yu, H. Mu, and C. Chen. 2019. Screening of aroma-producing lactic acid bacteria and their application in improving the aromatic profile of yogurt. J. Food Biochem. 43:e12837.

Topçu, A. 2004. Kaşar ve Beyaz Peynirlerde Acılaşmaya Yol Açan Peptidlerin Saptanması ve Acılaşmada Depolama Koşulları ile Starter Kültürlerinin Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi, 145 sayfa, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Türkmen, D. 2019. Farklı ticari rennetlerle üretilen Beyaz peynirlerde olgunlaşma sırasında tekstürel, mikroyapısal ve biyokimyasal değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi.Yüksek Lisans Tezi, 168 s Hatay,Türkiye.

Ulutaş, Z., Çağlar, A., Kurt, A. 1993. Kars Gravyer Peynirinin Yapılışı, Duyusal,Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine bir Araştırma. The Journal of Food. 18(3).

Uraz, T., Şimşek, B. 1998. Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. Gıda, 23; 371-375.

Urbach, G. 1995. Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products International Dairy Journal, 5(8); 877-903.

Uysal, H. R. 1996. Değişik miktarlarda kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerde proteoliz düzeyi üzerine araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33; 107-114.

Uysal, Ş. 2008. Dil Peyniri Üretiminde Doğal Termofilik Peyniraltı Suyu Kültürünün Kullanım Olanağının Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 91 sy.

Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye peynir teknolojisi. Cilt 2. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 1234.

Vahabzadeh, S., Özpınar H. 2018. Investigation of Some Biochemical Properties, Antimicrobial Activity and Antibiotic Resistances of Kefir Supernatants and *Lactococcus lactis ssp. lactis* Strains Isolated from Raw Cow Milk and Cheese Samples. Kafkas Univ Vet Fak Derg 24 (3): 443-450, 2018 DOI: 10.9775/kvfd.2017.19196.

Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., Wehrmuller, K. 2012. Cheese in nutrition and health. DairySci. Technol. 88(389–405).

Wood, B.J.B., Holzapfel, W.H. 1995. The Genera of Lactic Acid Bacteria, Blackie Academic and Professional, London.

Wyder, M. And Puhan, Z. 1999. Role of selected yeasts in cheese ripening an evaluation in aceptic cheese curd slurries. Int. Dairy J. 9:117-124.

Yanachkina, P., McCarthy, C., Guinee, T., Wilkinson, M. 2016. Effect of varying the salt and fat content in Cheddar cheese on aspects of the performance of a commercial starter culture preparation during ripening. Int. J. Food Microbiol. 224, 7–15.

Yates, M.D., Drake, M.A. 2007. Texture Propertıes Of Gouda Cheese. Journal of Sensory Studies. 22 (5) p. 493-506.

Yetişmeyen, A. 1995. Süt Teknolojisi, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 421, Ders Kitabı: 148, Ankara.

Yvon, M., and L. Rijnen. 2001. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. Int. Dairy J. 11:185–201.

Zamfir, M., Vancanneyt, M., Makras, L., Vaningelgem, F., Lefebvre, K., Pot, B., Swings, J., Vusyt, L.D. 2006. Biodiversity of lactic acid bacteria in Romanian dairy products. Elsevier Systematic and Applied Microbiology. Pages 487-495. https://doi.org/10.1016/j.syapm.2005.10.002

Zheng, Y., Liu, Z., ve Mo, B. 2016. Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry, 8690380.