



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKİŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MALATYA PEYNİRİ ÜRETİMİNDE FARKLI SÜT TİRLERİ
KULLANIMININ OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE PEYNİR KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**ERÇİN AYDOĞAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MALATYA PEYNİRİ ÜRETİMİNDE FARKLI SÜT TÜRLERİ
KULLANIMININ OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE PEYNİR KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**ERÇİN AYDOĞAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ZAFER ERBAY**

ADANA, 2024

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Bu tezin özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edilerek sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, tez kapsamında bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm veri ve bilgiler için bilimsel etik ve gelenek çerçevesinde kaynak gösterdiğimi; bu kaynakları da kaynakçada belirttiğimi beyan ederim. Çalışmam ile ilgili yaptığım beyana aykırı bir durum saptanması halinde tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.../.../20..

[İmza]

Erçin AYDOĞAN

ÖZET

MALATYA PEYNİRİ ÜRETİMİNDE FARKLI SÜT TÜRLERİ KULLANIMININ OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE PEYNİR KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Erçin AYDOĞAN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zafer ERBAY

Ağustos 2024, 52 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında, inek, koyun, inek koyun karışımı sütler ile Malatya peynirleri üretilmiş, bu üç çeşit peynir arasında depolama boyunca bazı özellikleri kıyaslanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla üretilen peynirler 6 ay boyunca depolanmış ve depolamanın belirli sürelerinde (0., 1., 3. ve 6.aylar) örnek alınarak peynirlerin analizleri yapılmıştır. Üretilen Malatya peynirlerinin olgunlaşmaya bağlı bileşimleri (nem, protein, yağ, kül, tuz), olgunlaşma değerleri (pH, asitlik, toplam azot, suda çözünür azot, proteolitik olgunlaşma indeksi) ve uçucu bileşikleri belirlenmiştir.

Araştırma sonunda inek sütünden üretilen Malatya peynirinin nem içeriği %49,6-50,7, protein içeriği %17,5-17,6, yağ içeriği %18,3-18,7, kül içeriği %12,6-13,8, tuz içeriği %10,9-%12,5, titrasyon asitliği 0,165-0,498, pH 6,54-6,36, olgunlaşma uzama indeksi %5,1-7,4, olgunlaşma yoğunluk indeksi %1,4-3,7 aralığında değişmiştir. İnek ve koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peynirlerinde ise nem içeriği %49,0-50,5, protein içeriği %19,0-19,1, yağ içeriği %17,3-17,7, kül içeriği %11,8-14,2, tuz içeriği %10,0-%12,7, titrasyon asitliği 0,146-0,462, pH 6,35-6,62, olgunlaşma uzama indeksi %4,8-7,7, olgunlaşma yoğunluk indeksi %1,5-2,8 aralığında değişmiştir. Sadece koyun sütü kullanılarak üretilen Malatya peynirlerinin ise nem içeriği %51,1-52,3, protein içeriği %18,0-18,4, yağ içeriği %14,4-14,7, kül içeriği %14,1-15,8, tuz içeriği %12,5-%14,4, titrasyon asitliği 0,130-0,593, pH 6,37-6,62, olgunlaşma uzama indeksi %6,0-12,4, olgunlaşma yoğunluk indeksi %1,7-3,2 aralığında değişmiştir. Olgunlaşma süresince salamura dan peynire ve peynirden salamura ya madde difüzyonu nedeniyle bileşimde değişimler olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresince nem içeriklerinde azalma, tuz ve kül miktarlarındaki artış ile çözünür azot fraksiyonlarının olgunlaşmanın ilk aylarındaki azalması bu süreçle ilişkilendirilmiştir. Uçucu bileşik analizleri sonucunda üretilmiş olan Malatya peynirlerinde 11 adet asit, 1 adet alkol ve bir adet uçucu fenol bileşiği saptanmıştır. Olgunlaşma süresince ise toplam uçucu bileşik miktarının arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Malatya peyniri, olgunlaşma, proteoliz, uçucu bileşikler.

ABSTRACT

EFFECTS OF USING DIFFERENT MILK TYPES IN THE PRODUCTION OF MALATYA CHEESE ON THE QUALITY CHARACTERISTICS DURING RIPENING

Erçin AYDOĞAN

M.Sc., Food Engineering Department

Supervisor: Prof. Dr. Zafer ERBAY

August 2024, 52 pages

Within the scope of this thesis study, Malatya cheeses were produced with cow, sheep and cow-sheep mixture milk, and some characteristics of these three types of cheese were compared during storage. For this purpose, the cheeses produced were stored for 6 months and samples were taken at certain periods of storage (0th, 1st, 3rd and 6th months) and the cheeses were analyzed. Compositions of produced Malatya cheeses depending on ripening (moisture, protein, fat, ash, salt), ripening values (pH, acidity, total nitrogen, water-soluble nitrogen, proteolytic ripening index) and volatile compounds were determined.

The results for the Malatya cheese produced with cow milk showed that moisture, protein, fat, ash and salt contents were varied in the range of %49.6-50.7, %17.5-17.6, %18.3-18.7, %12.6-13.8, and %10.9-%12.5, while titratable acidity, pH, ripening extension index and ripening depth index were detected to be in the range of 0.165-0.498, 6.54-6.36, %5.1-7.4 and %1.4-3.7, respectively. In Malatya cheeses produced with a mixture of cow and sheep milk, moisture content varied between 49.0-50.5%, protein content between 19.0-19.1%, fat content between 17.3-17.7%, ash content between 11.8-14.2%, salt content between 10.0-12.7%, titratable acidity between 0.146-0.462, pH between 6.35-6.62, ripening extension index between 4.8-7.7%, and ripening depth index between 1.5-2.8%. The moisture content of Malatya cheeses produced using only sheep milk varied between 51.1-52.3%, protein content between 18.0-18.4%, fat content between 14.4-14.7%, ash content between 14.1-15.8%, salt content between 12.5-14.4%, titratable acidity between 0.130-0.593, pH between 6.37-6.62, ripening extension index between 6.0-12.4%, and ripening depth index between 1.7-3.2%. It was observed that there were changes in composition due to the diffusion of substances from brine to cheese and from cheese to brine during ripening. The decrease in moisture content, the increase in salt and ash contents and the decrease in soluble nitrogen fractions in the first months of ripening were associated with this process. As a result of volatile compound analyses, 11 acids, 1 alcohol and 1 volatile phenol compounds were detected in the Malatya cheeses produced. It was determined that the total concentrations of volatile compounds increased during ripening.

Keywords: Malatya cheese, ripening, proteolysis, volatile compounds.



İthaf

Tez çalışmamı Depremzedelere ithaf ediyorum....

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimin boyunca çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, bu zorlu süreçte yapıcı fikirleri ile çalışmalarında kolaylık sağlayan akademisyen kimliğine büyük saygı duyduğum çok değerli danışman Hocam Prof. Dr. Zafer Erbay'a;

Laboratuvar çalışmalarında ve tez yapım çalışması aşamalarında yardımları ile bana büyük destekleri olan Doç. Dr. Pelin Salum Erbay'a ve Kubilay Ayrancı'ya;

Tez çalışması için peynir örneklerinin üretilmesinde vermiş olduğu desteklerden dolayı Türkan Ana Süt ve Süt Ürünleri sahibi Aslı Erdoğan'a;

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme;

Teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez 22303008 projesi numarası ile Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Bilimleri tarafından desteklenmiştir. Yüksek Lisans Projemizi destekleyerek uygun şekilde yürütülmesini sağlayan Adana Alparslan Bilim ve Teknoloji Üniversitesi BAP birimine ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
<i>İthaf</i>	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Peynir Üretimi ve Kullanılan Hammaddeler	4
2.2. Malatya Peyniri	7
2.3. Benzer Yöresel Peynirlerle Yapılan Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Malzeme	15
3.2. Peynir Üretimi	15
3.3. Analiz Yöntemleri	16
3.3.1. Bileşim Analizleri	16
3.3.2. Proteolitik Olgunlaşma Düzeyi Analizleri	16
3.3.3. Uçucu Bileşiklerin Analizi	19
3.3.4. İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Malatya Peyniri Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütlerin Bileşimi	21
4.2. Malatya Peynirlerinin Depolama Boyunca Özelliklerindeki Değişimler	22
4.2.1. Malatya Peynirlerinin Temel Bileşim Özellikleri	22
4.2.2. Malatya Peynirlerinin Olgunlaşma Özellikleri	26
4.2.3. Malatya Peynirlerinin Uçucu Bileşiklerinin Değişimi	28
5. SONUÇLAR	33
KAYNAKÇA	35
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Peynir üretim aşamalarını gösteren genel bir akış şeması .	5
Şekil 3.1. Malatya peyniri üretimindeki aşamaları gösteren fotoğraflar.	17
Şekil 4.1. Farklı süt türleri kullanılarak üretilen Malatya peynirleri örneklerinin depolama süresince tepe boşluğunda saptanan toplam uçucu bileşiklerin değişimi.	31



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1.	Malatya peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi	21
Tablo 4.2.	Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince temel bileşim özelliklerindeki değişim.	25
Tablo 4.3.	Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince asitlik ve proteolitik olgunlaşma parametrelerindeki değişim.	27
Tablo 4.4.	Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince uçucu bileşiklerindeki değişim ($\mu\text{g/kg}$ kuru madde).	29
Tablo 4.5.	Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince uçucu bileşiklerindeki değişim ($\mu\text{g/kg}$ kuru madde).	30



1. GİRİŞ

Peynir, tarihi binlerce yıl öncesine dayanan ve süt ürünleri içerisinde en geniş çeşitliliğe sahip üründür. Dünyada 1000 ila 4000 arasında peynir çeşidi bulunmaktadır. Aynı hammadde den elde edilmesine rağmen bu kadar çok peynir çeşidinin olmasının sebebi; sütün türü, işleme yöntemi, yağ durumu, kullanılan maya çeşidi, pıhtıyı işleme şekli, olgunlaşma süreci koşulları ve tuzlama şekli gibi farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Süt, oldukça dinamik ve kararsız bir yapıya sahipken, peynire dönüştürüldüğünde süte göre çok daha kararlı bir ürün elde edilir. Bununla beraber, peynir de oldukça dinamik ve canlı bir niteliktedir. Bundan dolayı, peynir içerisindeki değişimlerin kontrol edilerek yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu açıdan, olgunlaşma süreci büyük önem taşımaktadır ve peynirlerin hem kendilerine özgü niteliklerini kazanmasına hem de daha kararlı yapılara dönüşmesine yol açmaktadır. Özetle, peynir üretimi ile, kolaylıkla bozulabilen bir ürün olan sütün, çok daha dayanıklı ve özgün lezzet ile doku özelliklerine sahip bir fermente ürüne dönüşmesi sağlanmaktadır.

Türkiye'nin doğusunda bulunan illerimizde çoğunlukla yöresel alışkanlıkları, iklim koşullarını ve yaşam tarzını da ortaya koyan yapım teknikleri ile üretilen, özellikleri birbirine yakın çeşitli peynirler bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı, ülkemizin en sıcak bölgeleri arasında yer alan Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgelerinde üretilen ve temel ayırıcı özelliği telemesinin suda haşlanması olan ve genel olarak sıkma peynirler olarak bilinen peynirlerdir. Bu peynirlerin temel ortak özellikleri içerisinde, taze tüketime uygun olmaları, salamurada saklanmaları, tuz içeriklerinin çok yüksek olması ve oldukça sert bir dokuya sahip olmalarıdır. Bu peynirler tüketilmeden öncesinde sıklıkla suda bekletilir ve tuz içeriğinin azaltılmasına çalışılırlar. Bu peynirlerin bir diğer ortak özelliği ise elastik ve ağızda ses veren yapıda olmalarıdır. Hem bu özellikleri hem de üretim teknikleri ile Hellim peyniri ile akraba olan bu peynirlerden en yaygın bilinenleri Urfa peyniri, Antep peyniri, Malatya peyniri, Maraş peyniri ve Hatay peyniridir.

Bu sıkma peynirleri içerisinde Malatya ilinde yöresel olarak üretilen tür genel olarak Malatya peyniri ismiyle anılmaktadır. Bu peynirin üretiminde hammadde olarak inek, koyun ve keçi sütleri kullanılabildiği gibi bu sütlerin karışımları da kullanılabilmektedir. Üretiminde telemenin sıkıştırılıp haşlanması ve peynirin salamurada bekletilmesi gibi özellikleri ile ve yüksek tuz içeriği ile sert ve elastik dokusu ile diğer sıkma peynirleri ile önemli benzerlikler

göstermektedir. Malatya peynirinin endüstriyel olarak üretiminde yaygın olarak inek sütü kullanılmaktadır, ancak bunun temel nedeni inek sütünün yaygın bulunur ve sürekli ulaşılabilir bir hammadde olmasıdır.

Geleneksel olarak üretilen Malatya peyniri çok aşamalı bir üretim süreci sonunda elde edilir. Üretimin ilk safhasında hammadde olan süt süzülüp ısıtılarak ısıtılır. Daha sonra içerisine peynir mayası eklenip pıhtılaştırılır. Oluşan pıhtı kırıldıktan sonra peynir altı suyunun uzaklaştırılması için çeşitli şekillerde baskılamaya maruz bırakılır. Daha sonrasında tülbentlere alınıp, sıkılıp kıvrılır ve suyunu iyice salarak sertleşmesi için baskı arttırılır. Bunun peşinden, ısıtılmış olan kendi peynir altı suyunun içine atılarak haşlanır ve hem mikrobiyal yük azaltılmış olur, hem de hedeflenen dokunun oluşması sağlanır. Bunun devamında ise soğutulan peynir tuzlanıp, salamuraya alınıp depolanır.

Günümüze kadar Malatya peyniri üzerinde yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu tez çalışmasında, farklı süt türleri kullanılarak elde edilecek Malatya peynirlerinin farklı olgunlaşma süreçlerinde kalite değişimleri incelenmiş ve geleneksel bir peynir türümüz olan Malatya peynirinin bir dizi özelliğine dair bazı temel bilgileri elde edilmiştir. Çalışma kapsamında Malatya peynirlerinin üretiminde inek sütü, koyun sütü ve bu iki sütün karışımının kullanılması incelenmiştir. Hammadde olarak farklı süt türleri kullanılarak üretilen Malatya peynirlerinin 6 aylık depolama süresince temel kalite özelliklerindeki değişimler belirlenmiş ve örneklerdeki değişimlerle üretimde kullanılan süt türleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu şekilde, üretimde kullanılan süt türlerinin depolama süresince Malatya peynirlerinin bileşim özellikleri üzerindeki etkisinin yanı sıra, peynirlerdeki uçucu bileşiklerin profilindeki değişimler de ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın temel amacı, farklı ham maddeler kullanılarak üretilen Malatya peynirlerinin kalite ve olgunluk özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Peynir, dünyada en yaygın tüketilen süt ürünlerinden biri olup, üretiminde kullanılan ham maddeler ve teknolojiler, ürünün nihai kalite ve olgunluk özelliklerini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır. Malatya peyniri, bölgesel özellikleri ve geleneksel üretim yöntemleri ile dikkat çeken bir peynir türüdür. Ancak, farklı ham maddelerin kullanımı ile bu peynirin kalite ve olgunluk süreçlerinde ne gibi değişiklikler meydana geleceği üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır.

Bu bağlamda, çalışmamızın amacı, Malatya peynirinin üretiminde kullanılan süt türlerinin, peynirin bazı kalite özellikleri süresince olgunlaşma boyunca etkilerini bilimsel bir çerçevede incelemektir. Bu incelemenin, hem akademik literatüre hem de peynir üreticilerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

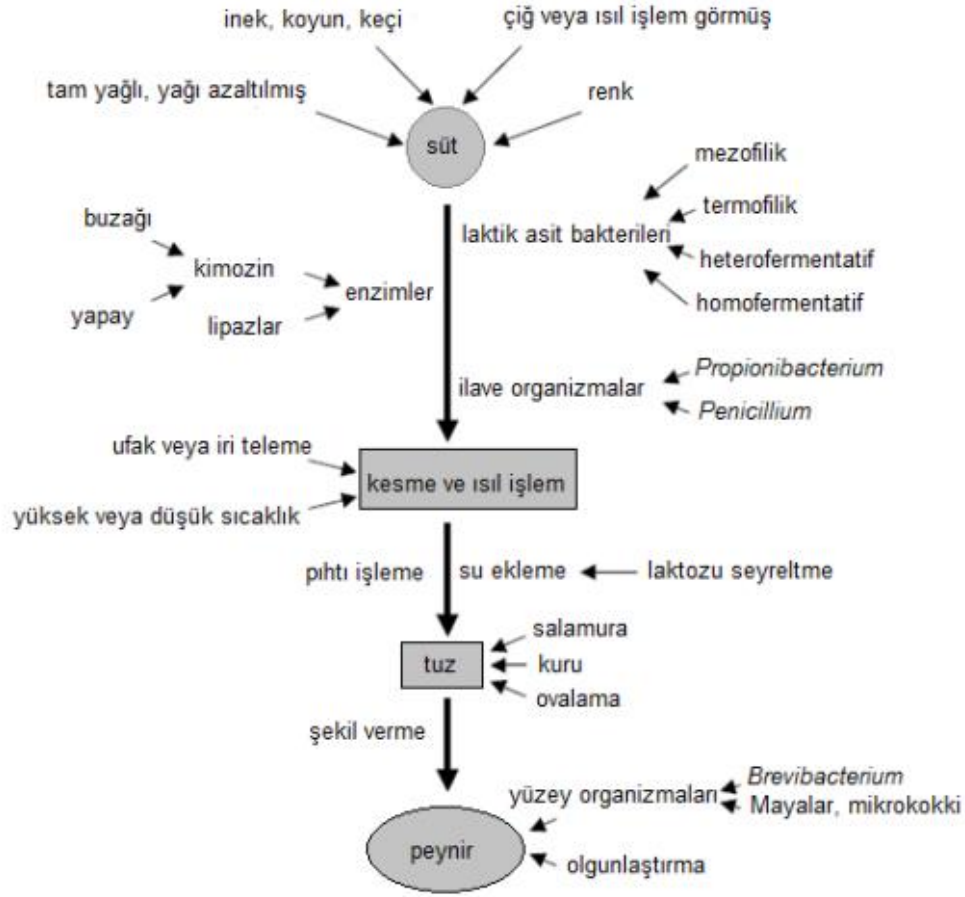
Peynir üretimi, tarihsel süreç içerisinde insan beslenmesinde önemli bir yer edinmiş ve bu önemini günümüze kadar sürdürmüştür. Antik çağlardan bu yana, peynir hem besleyici değeri hem de lezzet özellikleri nedeniyle çeşitli kültürlerde temel bir gıda maddesi olarak tüketilmiştir. İnsanların hayvanları evcilleştirmeye başladığı dönemlerde, sütü uzun süre saklama ve değerlendirme gerekliliği peynir üretiminin temel motivasyonlarından biri olmuştur. Sütten elde edilen bu dayanıklı ve besleyici gıda, beslenme alışkanlıklarının önemli bir parçası haline gelmiştir.

Peynir, temel olarak sütün pıhtılaştırılması sonucu elde edilen katı bir süt ürünüdür. Bu pıhtılaştırma işlemi, sütün içeriğindeki kazein proteininin farklı mekanizmalarla çöktürülmesiyle gerçekleştirilir. Pıhtılaştırma, sütün asitliğinin artışı ile kendiliğinden gerçekleşebileceği gibi, peynir mayası ve asitlerin eklenmesiyle de sağlanabilir. Peynirle işlenecek süte uygulanacak ısı işlemlerden, üretilen peynir kalıbının olgunlaştırılmasına kadar tüm süreçler, peynirin karakteristik lezzet ve aroma özelliklerinin kazanılması üzerinde etkilidir.

Peynir üretimi tarihsel olarak en eski biyoteknolojik yaklaşımlardan ve gıda işleme tekniklerinden birisidir ve çeşitli kültürlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Üretim sürecinde kullanılan yöntemler ve hammaddeler, peynirin kalitesi, lezzeti ve besin değerini belirleyen temel faktörlerdir.

2.1. Peynir Üretimi ve Kullanılan Hammaddeler

Peynir üretimi, sütün seçimi ve pıhtılaşması ile başlayan, daha sonrasında pıhtının kırılması, pıhtının su salarken sertleşmesi ve oluşan telemin kalıplanması ile devam eden ve son aşamada olgunlaştırmayla sonlandırılan bir süreçtir. Peynir üretiminde bu aşamaların yanı sıra üretilecek spesifik peynirin özelliklerine göre pek çok ek işlem ve yöntem de uygulanmaktadır. Ancak, genel anlamda peynir üretimine dair genel bir akış, Şekil 2.1’de şematik olarak sunulmuştur.



Şekil 2.1. Peynir üretim aşamalarını gösteren genel bir akış şeması (Hutkins, 2006) .

Peynir üretiminde kullanılan başlıca hammadde süttür. Süt, peynirin temel bileşeni olup, peynirin nihai kalitesini ve özelliklerini doğrudan etkiler. Farklı hayvan türlerinden elde edilen sütler, peynir üretiminde farklı lezzet ve tekstür özelliklerine sahip ürünler elde edilmesini sağlar. İnek sütü, dünya genelinde en yaygın kullanılan süt türüdür. İnek sütünden yapılan peynirler, geniş bir yelpazede çeşitlilik gösterir ve pek çok ülkenin geleneksel peynir türlerini içerir. Koyun ve keçi sütü ise, özellikle Akdeniz bölgesinde ve Orta Doğu'da özel peynir türlerinin üretiminde önemli bir rol oynar. Bu sütler, yüksek yağ ve protein içerikleri sayesinde, karakteristik lezzet ve zengin besin değerlerine sahip peynirlerin üretilmesine olanak tanır (Hayaloglu ve ark., 2008).

Maya ve kültürler, peynir üretiminde kullanılan diğer kritik bileşenlerdir. Peynir mayası, sütün pıhtılaşmasını sağlayarak peynir üretiminin temelini oluşturur. Maya, sütte bulunan kazein proteinlerini özel bir şekilde hidroliz ederek pıhtı oluşturur. Geleneksel olarak

hayvansal kaynaklardan elde edilen peynir mayaları kullanılmakla birlikte, günümüzde mikrobiyal ve bitkisel kaynaklı mayalar da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bakteriyel kültürler ise peynirin olgunlaşma sürecinde lezzet ve aroma geliştiren mikroorganizmaları içerir. Bu kültürler, peynirin fermentasyon sürecini başlatarak laktik asit üretir ve bu da peynirin karakteristik lezzetinin oluşmasına katkıda bulunur (McSweeney, 2017).

Tuz, peynir üretiminde önemli rol oynayan bir diğer bileşendir. Tuzlama işlemi, peynirin lezzetini artırmanın yanı sıra, peynirdeki nem oranını kontrol ederek mikrobiyal aktiviteyi sınırlar ve peynirin raf ömrünü uzatır. Tuz, bir kısım peynir türünde peynirin yüzeyine uygulanırken, başka birçok peynirde salamura yani tuzlu su aracılığıyla uygulanır. Bu yöntemlerle ilave edilen tuz, peynir yüzeyinden içeriye doğru zamanla ve yavaşta difüze olur ve peynirin tüm yapısına yayılır. Bazı özel peynir gruplarında ise peynir kalıbı oluşmadan öncesinde, teleme aşamasında tuzlama yapıp, sonrasında peynir kalıplanır ve bu tip peynirlerde tuz ilave edildiği an itibarıyla kalıbın tamamına yayılmış olur. Tuzlama yöntemleri, peynir türüne bağlı olarak değişir ve her biri peynirin lezzet profiline farklı şekillerde katkıda bulunur (Guinee ve Fox, 2017).

Ayrıca, peynir üretiminde çeşitli katkı maddeleri de kullanılmaktadır. Bu maddeler, peynirin lezzetini, tekstürünü ve besin değerini iyileştirmek amacıyla eklenir. Örneğin, bazı peynirlerde renk vermek için annatto gibi doğal renklendiriciler kullanılırken, diğer peynirlerde koruyucu maddeler eklenerek peynirin raf ömrü uzatılır. Bu katkı maddeleri, ilgili mevzuatlar tarafından belirtilen sınırlarda ve şekillerde kullanılabilirken, genel anlamda ürünün güvenliğini sağlamak veya ilgili kalite özelliklerini tüketici beklentileri yönünde geliştirmek amacıyla kullanılır (McSweeney, 2017).

Sonuç olarak, peynir üretiminde kullanılan ham maddeler ve üretim süreçleri, peynirin kalitesi ve özellikleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Sütün türü, maya ve kültürlerin seçimi, tuzlama ve kullanılan katkı maddeleri, peynirin lezzet, tekstür ve besin değerini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bu süreçler ve bileşenler, peynir üreticilerinin ürünlerini çeşitlendirmelerine ve farklı tüketici taleplerine yanıt vermelerine olanak tanır. Peynir üretiminde kullanılan teknolojik gelişmeler ve geleneksel yöntemlerin birleşimi, peynirin kalitesini artırmak ve tüketicilere geniş bir yelpazede peynir seçenekleri sunmak için sürekli olarak yenilikler getirmektedir.

2.2. Malatya Peyniri

Malatya peyniri, Türkiye'nin Malatya ilinde geleneksel olarak üretilen yarı sert salamurada olgunlaştırılan peynir türüdür. Bu peynirler çiğ koyun veya inek sütünden üretilebildiği gibi bu sütlerin karışımlarından da elde edilebilmektedirler. Günümüzde, Malatya peyniri geleneksel ve endüstriyel üretim teknikleri ile üretilebilmektedir. Fakat genel olarak küçük ölçekli çiftliklerde ve köylerde üretimi yaygındır (Yasar ve ark., 2021; Kose ve ark., 2022).

Geleneksel yöntemlerle hazırlanan Malatya peynirleri çiğ süttten starter kültür kullanılmaksızın üretilmektedir. Üretim çiğ sütün cendere bezinden süzülmesi, 32 °C'ye ısıtılmasını ve daha sonra rennet kullanılarak pıhtılaştırılması adımlarını ile başlamaktadır. Daha sonra, bu işlemleri pıhtının küçük küpler halinde kesilmesi, bir süre karıştırılması ve pıhtının preslenmeden süzülmesi takip eder. Süzülen pıhtı tahta bir blok üzerinde yaklaşık 2 saat preslendikten sonra, peynir altı suyu ile karıştırılarak 85 veya 90 °C'de 3-5 dakika haşlanır, tekrar preslenir ve hızla oda sıcaklığına soğutulur. Soğutulan blokların olgunlaştırılması ya kuru tuzlama ile ya da peynir bloklarının salamuraya daldırılması ve bu salamurada en az 60 gün boyunca 6-8 °C'de depolanması ile gerçekleştirilir (Kose ve ark., 2022). Burada kullanılan salamuranın tuz oranı ağırlıkça %10-12 arasındadır (Yasar ve ark., 2021). Endüstriyel olarak üretilen Malatya peynirlerinde ise pastörize süt kullanılmaktadır ve kuru tuzlama yöntemi genellikle tercih edilmemektedir (Yasar ve ark., 2021). Buna ek olarak, Malatya peyninin taze ve tuzsuz olarak da tüketilebildiği bilinmektedir. Taze Malatya peyniri yarı sert, delik veya açıklık içermez, elastiktir. Lezzeti sütsü veya kremsidir olarak tanımlanmışken ve rengi sarımsıdır (Hayaloglu ve ark., 2008). Hayaloglu ve ark. (2008) çiğ veya pastörize süttten üretilmiş Malatya peynirinin kimyasal bileşimini şu şekilde özetlemiştir; nem %60,6 ve %60,2, kuru maddedeki yağ %44,7 ve %43,3, tuz %2,7 ve %2,2, protein %15,2 ve %14,6, pH 6,0 ve 5,7 olarak belirtilmiştir. (Hayaloglu ve ark., 2008).

Malatya peyniri üretimi sırasındaki ısıtma veya haşlama işlemi, elastik ve kompakt dokusunu elde etmek için esastır (Hayaloglu ve ark., 2014). Malatya peynirindeki ısıtma işlemi pasta-filata tipi peynirlerdekinden farklılık göstermektedir. Pasta-filata tipi peynirlerin üretimi sırasında esnetme esnasındaki sıcaklık 75 °C'nin üzerine çıkmamaktadır. Ek olarak peynir pıhtısına peynir oluşmadan önce pişirme uygulanır ve pıhtı yaklaşık %5-7 tuz içeren sıcak suda gerçekleştirilir. Bu peynirler pH 5,1-5,3'e ulaşmadığı sürece esneme özelliği göstermemektedir. Bu nedenle, tuzlu sıcak suda asitlendirme ve esneme pasta-filata tipi peynirlerin üretimi için olmazsa olmaz adımlardır. Fakat, Malatya peyniri üretiminde bu

gerekli değildir. Bu anlamda Malatya peynirinin üretim sürecinin, Hellim peynirine benzer olduğu görülmektedir. Malatya peynirinin üretiminde süre ve ısıtma sıcaklığı geniş bir aralıkta (60 °C'den kaynama sıcaklığına kadar) büyük ölçüde değişir. Endüstriyel üretimler incelendiğinde ise bu parametrelerin 80–90 °C'de 3–5 dakika arasında olduğu belirtilmektedir (Hayaloglu ve ark., 2010). Uygulanan haşlama yöntemi, özellikle kalan koagülant aktivitesi olmak üzere biyokimyasal ve olgunlaşma özelliklerini etkiler. Bu durumda, üretimde kullanılan koagülant termal kararlılığı, peynirin genel kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Hayaloglu ve ark., 2014).

Hayaloglu ve Brechany (2007) Malatya Peyniri üretiminde pastörizasyonun ve haşlama sıcaklığının (60, 70, 80 veya 90 °C) olgunlaşma sırasında oluşan uçucu maddeler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, çiğ süt ile üretilen peynirin pastörize süt ile üretilen peynirlere kıyasla daha yüksek asit, ester ve lakton grubuna ait uçucu bileşikler içerdiği ve daha düşük seviyelerde aldehit ve kükürt bileşikler içerdiği saptanmıştır. Ayrıca yazarlar, çiğ süt ile üretilmiş peynirlerin, olgunlaşmanın sonunda pastörize süt peynirlerine kıyasla daha yüksek seviyelerde pentanoik asit, 2-metil propanoik asit, 2-propen-1-ol, 2-propenal, 3-metilbütil bütanoat ve 1-hidroksi 2-propanon içerdiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları pastörizasyonunun, haşlama sıcaklığından uçucu bileşikler üzerine daha büyük bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hayaloglu ve Brechany, 2007).

Hayaloglu ve ark. (2010) Malatya peynirlerinin olgunlaşma süresince proteoliz seviyeleri üzerine süt pastörizasyonun ve pıhtı pişirme sıcaklığının etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla çalışmada üretilen peynirler çiğ veya pastörize süttten üretilmiş olup, pıhtılar peynir altı suyu ile 60, 70, 80 veya 90 °C'de haşlanmıştır. Çalışma sonuçları Malatya peyniri üretiminde çiğ süt kullanılmasının pH 4,6'da çözünen azot düzeyini artırdığını göstermektedir. Ek olarak Üre-PAGE ile gözlenen α_{s1} -kazein degradasyonunun, pastörize süt ile üretilen peynir örneklerine kıyasla çiğ süt ile üretilen peynirlerinde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yazarlar süttün pastörizasyonunun peynirin olgunlaşması üzerinde azaltıcı ve/veya geciktirici bir etkiye sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Buna karşın Malatya peyniri üretimi esnasında gerçekleştirilen pıhtının haşlanma aşamasındaki sıcaklığın proteoliz üzerine düşük bir etkisi olduğu saptanmıştır (Hayaloglu et al. 2010).

Hayaloglu ve Karabulut 2013 yılında yayınladıkları bir dizi çalışmada, Civil, Çanak, Dil, Divle Tulum, Ezine, Hellim, Malatya, Mihalic, Orgu, Urfa ve Van Otlu olmak üzere toplam 11 Türk peynir çeşidine ait 75 örneğin serbest yağ asidi profillerini (Hayaloglu ve Karabulut,

2013a), proteoliz düzeylerini (Hayaloglu ve Karabulut, 2013b) ve uçucu bileşiklerini (Hayaloglu ve Karabulut, 2013c) karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Serbest yağ asitleri incelendiğinde kısa zincirli yağ asitlerinin (C4 ve C6 serbest yağ asitleri) konsantrasyonlarının Çanak peyniri hariç tüm peynirlerde yakın olduğunu belirlenirken peynirler arasında anlamlı farklılıkların C8 ila C18:2 dahil olmak üzere diğer serbest yağ asitlerinde saptandığı belirtilmiştir. Örneklerde Palmitik ve oleik asidin tüm peynirlerde örneklerinde en baskın serbest yağ asiti olduğu belirlenmiştir. Yazarlar çalışmada incelenen peynir örneklerinin lipoliz derecelerini serbest yağ asitleri (FFA) profillerine göre çok yüksek, yüksek, hafif ve düşük olarak sınıflandırılmıştır. Malatya peyniri ise düşük lipoliz derecesine sahip olan peynirler arasındadır (Hayaloglu ve Karabulut, 2013a). Peynir çeşitlerinin proteoliz seviyelerinin incelendiği çalışma da benzer şekilde incelenen peynirlerin çeşidinin proteoliz seviyelerinde farklılığa sebep olduğu belirlenmiştir. Jel elektroforezi sonuçları incelendiğinde birçok peynirde α 1-kazeinin yoğun şekilde parçalandığı saptanırken Malatya ve Hellim'de α 1-kazeinin hidrolizinin sınırlı olduğu belirlenmiştir (Hayaloglu ve Karabulut, 2013b). Son olarak bu peynirlerin uçucu bileşik profillerinin karşılaştırıldığı çalışmada yazarlar Malatya, Dil, Hellim, Orgu ve Urfa peynirlerinin diğer peynirlere kıyasla düşük seviyelerde uçucu bileşiklere sahip olduğu belirlenmiştir. Yazarlar bu durumun üretiminde kullanılan haşlama veya pişirmenin biyokimyasal ve/veya mikrobiyal aktiviteler üzerine sınırlayıcı etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Hayaloglu ve Karabulut, 2013c).

Hayaloglu ve ark. (2014) yaptıkları bir diğer çalışmada Malatya peynirinin kimyasal bileşimi, proteoliz, mikro yapısı, sertliği ve eriyebilirliği üzerine Buzağı rennetinin ve *Rhizomucor miehei* proteazının termal inaktivasyon davranışını ve bu enzimlerin farklı konsantrasyonlarının etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar, *R. miehei* proteazının, buzağı rennetine oranla daha yüksek düzeyde termal kararlılık, proteoliz ve eriyebilirlik değerleri sağladığını göstermiştir. Ayrıca çalışmada koagülantın tipinin ve konsantrasyonunun, peynirlerin tuz, protein içeriklerini ve pH değerlerini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Koagülant konsantrasyonunun artması, suda çözünür azot ve trikloroasetik asitte (TCA) çözünür azot seviyeleri de dahil olmak üzere peynirlerin proteoliz seviyelerinde artışla sebep olduğu saptanmıştır. Yazarlar, *R. miehei* kaynaklı koagülantların kullanımının Malatya peyniri ve/veya yüksek sıcaklıkta haşlanarak üretilen peynirlerde faydalı olabileceğini belirtmişlerdir (Hayaloglu ve ark., 2014).

Yaşar ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Malatya peyniri üretiminde farklı tuzlama yöntemlerinin (kuru tuzlama ve salamura) ve sıcaklıkların (7 ve 20 °C) depolanması sırasında makroelementlerin (Na, Ca, P, Mg ve K) konsantrasyon kinetiği incelenmiştir. Bu amaçla 0, 30, 60, 90 ve 120 gün olgunlaştırılmış peynir örneklerinin makroelementlerindeki değişimler İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) kullanılarak belirlenmiştir. Yazarları Na, Ca ve P içeriklerinin salamura ve kuru tuzlama ile hazırlanan peynir örneklerinde en iyi model olarak R^2 değeri 0,91–0,99 olan sıfırıncı mertebeden kinetik model olduğu belirlemişlerdir. Ek olarak, salamura içerisinde olgunlaştırılan peynir örneklerinde Na, Ca, Mg, P ve K konsantrasyonlarının kuru tuzlama ile olgunlaştırılmış peynir örneklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ek olarak çalışmada peynirlerin tüm makroelement konsantrasyonları olgunlaşma süresince azaldığı ve 7 °C'de depolanan peynirlerin makroelement konsantrasyonlarının, 20 °C'de depolanan peynirden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Yasar ve ark., 2021).

Kose ve ark. (2022) Malatya peynirinin antioksidan aktivite, mineral bileşimi, kimyasal, biyokimyasal ve dokusal özellikleri gibi bazı karakteristik parametrelerini belirlemek amacıyla Malatya'daki perakende satış noktalarından satın alınan 25 adet peynir örneğini örnek analiz etmiştir. Çalışmada örneklerin kimyasal, biyokimyasal ve dokusal özellikler açısından genel olarak benzer olduğu saptanmıştır. Yazarlar, tespit edilen farklılıkların ise esas olarak üretim yöntemleri ve olgunlaşma koşullarından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Çalışma gerçekleştirilen korelasyon analizi doğrultusunda, yazarlar yüksek suda çözünür nitrojen (WSN), trikloroasetik asitte çözünür nitrojen (TCA-SN) ve fosfotungstik asitte çözünür nitrojen (PTA-SN) içeriğine sahip örnekler aynı zamanda daha yüksek toplam fenolik bileşikler (TPC), DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhirazil radikali), troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi (TEAC) değerleri gösterdiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde, yüksek kuru madde içeriğine sahip örneklerin yüksek sertlik değerleri ve Ca ve yüksek yağ içeriğine sahip örnekler daha yüksek yapışkanlık değerleri gösterdiği belirtilmiştir (Kose ve ark., 2022).

Malatya peyniri üzerinde yapılan araştırmalar, bu peynirin karakteristik özelliklerini, üretim süreçlerini ve olgunlaşma dinamiklerini anlamada önemli katkılar sağlamıştır. Haşlama işlemi ve kullanılan süt türleri gibi faktörlerin peynirin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerinde belirleyici etkileri bulunmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar, farklı üretim teknikleri ve depolama koşullarının Malatya peyniri kalitesini nasıl etkilediğini

detaylandırmıştır. Bu bilgiler, peynir üretiminde kaliteyi arttırmaya ve standart üretim teknikleri geliştirmeye yönelik önemli temel bilgiler sunmaktadır.

2.3. Benzer Yöresel Peynirlerle Yapılan Çalışmalar

Malatya peyniri ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bununla beraber, doğrudan Malatya peyniri ile olmasa bile, üretim tekniği itibariyle önemli benzerlikler taşıyan bölgenin diğer peynirleri ile ilgili de literatürde bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda, Antep ve Urfa peynirleri ön plana çıkarken, Antep peynirinin yanı sıra Hatay, Maraş ve Sıkma peynirleri ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan, piyasa araştırması niteliğinde, bölgede geleneksel yöntemlerle üretilmiş olan peynirlerin toplanarak özelliklerinin incelenmesi üzerine olan çalışmalar ilk karşılaşılan çalışmalardır.

Maraş peyniri ile yapılan çalışmalardan birisi Tekinşen ve Nizamlioğlu (2003) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Maraş peynirinin olgunlaşmasında, haşlama ile baskılama işlemlerinin etkisi incelenmiştir. İncelemede peynirlerin bileşimi başta olmak üzere kimi mikrobiyolojik (aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımı, maya ve küf, fekal sterptikok ve koliform grubu bakteri sayımı) ve kimyasal özellikleri (kuru madde, nem, kuru madde de yağ, kuru maddede tuz, laktikasit) de değerlendirmiştir. Yine Tekinşen (2005) yaptığı bir çalışmada, piyasadan toplanan Maraş peynirlerinin özelliklerini araştırmıştır. Bu kapsamda bölgede satışa sunulmuş olan 50 farklı ürünle çalışmış ve temel bileşimi başta olmak üzere çeşitli mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerini incelemiştir.

Maraş peynirleri ile gerçekleştirilen bu çalışmaların yanı sıra, ikibinli yılların başların Sıkma peyniri ismi altında Kahramanmaraş çevresinde satılan bir dizi peynir örneği Ceylan ve ark. (2003) tarafından toplanmış ve analiz edilmiştir. Çalışmada, toplanan peynirlerin temel bileşim özellikleri ile kimi kimyasal (kuru madde, nem, kuru madde de yağ, kuru maddede tuz, laktikasit) ve mikrobiyolojik (koliform grubu bakteriler, toplam aerobik ve mezofilik bakteri sayımı, lipolitik mikroorganizmalar, maya ve küf sayımı) özelliği analiz edilirken, çalışma kapsamında 34 peynir değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, yine Sıkma peyniri olarak piyasada satılan ve bu sefer farklı illerden Aydın ve Ardiç (2019) tarafından toplanan 20 peynir temel bileşim özellikleri açısından incelenmiştir. Maraş sıkma peynirleri ile yapılan bir diğer çalışma ise Yener (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna göre, Kahramanmaraş'ta satışa sunulan inek ve keçi sütlerinden yapılmış 9'ar farklı Maraş peyniri toplanmış ve peynirlerin temel bileşim özellikleri analiz edilmiştir.

Piyasada satıŖa sunulan Urfa peynirleri ile ilgili Türkoğlu ve ark. (2003) tarafından bir alıŖma gerekleŖtirilmiŖ ve Ŗanlıurfa'da retilmiŖ olan 9 farklı taze peynirin temel bileŖimi incelenmiŖtir. Benzer bir alıŖma, Yalın ve ark. (2007) tarafından, yine tamamı Ŗanlıurfa ilinde üretilerek tüketime sunulmuŖ olan, bu sefer 30 farklı ve tamamı koyun sütünden retilmiŖ Urfa peyniri örnekleri ile gerekleŖtirilmiŖtir. alıŖmada örneklerin temel bileŖim özelliklerinin yanı sıra peynirlerin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri de incelemeye dahil edilmiŖtir. Urfa peynirleri ile ilgili bir baŖka piyasa alıŖması ise Ankara'da satıŖa sunulan peynirlerle gerekleŖtirilmiŖtir. Yıldız (2003) tarafından yapılan alıŖmada piyasadan toplanan 30 farklı Urfa peynirinin bileŖim özelliklerinin yanı sıra bazı mikrobiyolojik özellikleri de analiz edilmiŖ ve duysal değerlendirmesi yapılmıŖtır.

Tüm bu alıŖmalarda, aynı isimle piyasada satıŖa sunulan peynirlerin hem bileŖimleri hem de kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıŖtır.

Bir araŖtırmada, inek ve koyun sütü kullanılarak elde edilen Urfa peynirlerinin bazı özelliklerini ve olgunlaŖma düzeylerini belirlemeyi hedeflemiŖlerdir. Bu araŖtırma sonucunda, koyun sütünden yapılan peynirlerin yağ, kuru madde, kuru maddede yağ ve toplam azot değerlerinin inek sütünden yapılan peynirlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiŖtir. Bu bulgular, farklı süt türlerinin peynirin kimyasal bileŖimi ve olgunlaŖma süreci üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (zer ve ark., 2002).

Antep peynirleri ile Kahyaoğlu (2002) tarafından yapılan bir alıŖmada, peynirin üretiminde uygulanan ısııl iŖleminin sıcaklıklarının, son ürün yağ oranlarının farklılıklarının ve peynirin depolanmasında kullanılan depolama sıcaklıklarındaki deęiŖimin, peynirin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi incelenmiŖtir. Bu amala, %50,4, %33,4 ve %13,5 olmak üzere  farklı yağ ieriğinde peynirler retilmiŖtir. Üretimde 75, 85 ve 95 °C olmak üzere  farklı ısııl iŖlem sıcaklıkları kullanılmıŖ ve üretilen peynirler 13 ile 25 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmıŖtır. Yapılan alıŖmanın sonucunda, incelenen 3 faktörün de son ürün üzerinde etkili olduğu grlmŖtir. Buna göre, üretimde kullanılan ısııl iŖlemin peynire elastikiyet zellini kazandırdığı, üretilen Antep peynirlerinin yağ ieriğinin azaltılması ile peynirin sertlik ile elastikiyet özelliklerinin arttığı ve depolama sıcaklığının artışı ile de sertliğin arttığı saptanmıŖtır. Ayrıca, uygulanan ısııl iŖlemin ve yağ ieriğinin peynirin renk özelliklerini de etkilediği grlmŖtir. Aynı faktörlerin, bu sefer üretilen Antep peynirlerinin reolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir diğer alıŖmada

(Kahyaoğlu ve Kaya, 2003), azalan yağ oranı ve artan sıcaklıkla Antep peynirinin sertliğinin ve elastikliğinin arttığını ancak erime özelliklerinin azaldığı belirlenmiştir.

Antep peynirleri ile yapılan çalışmalarda yoğun çalışılan konulardan birisi, peynirin depolanmasında kullanılan salamura nedeniyle, peynire tuz geçişi olmuştur. Bu kapsamda, salamuradaki tuz konsantrasyonunun ve salamura sıcaklığının, Antep peynirlerinin olgunlaşmasında peynir özellikleri üzerine etkileri Kaya (1995) tarafından incelenmiştir. Çalışma sonucunda, salamuranın tuz konsantrasyonunun artışıyla Antep peynirlerinin su aktivitesi değerlerinde azalmalar olduğu ölçülmüştür. Aynı zamanda, peynirdeki hidrolitik ve oksidatif acılaşma incelenmiştir. Salamuranın tuz oranının ve sıcaklığın artmasıyla oksidatif acılaşmanın, sıcaklığın artması ve tuz miktarının azalması ile ise hidrolitik acılaşmanın yükseldiği belirlenmiştir. Yine Kaya ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, tuz çözeltisi ile sıcaklık faktörlerinin depolama süresince Antep peynirinin hidrolitik ve oksidatif acılaşması üzerine etkilerin değerlendirilmiştir. Bir önceki ile benzer sonuçlar ve eğilimler saptanmıştır. Salamurada kullanılan tuz konsantrasyonunun peynirin renk ve doku özellikleri üzerine etkisi Kaya (2002) tarafından incelenmiştir. Salamuradaki tuz konsantrasyonunun azalması ile daha yumuşak peynirler üretilirken, peynirin renginde daha yüksek L değeri ölçüldüğü belirtilmiştir.

Antep peynirlerinin lezzet özelliklerinin incelenmesi için yapılan bir çalışmada, piyasadan toplanan 10 farklı peynir örneğinin uçucu bileşikleri ve duyu özellikleri Karatop (2010) tarafından analiz edilmiştir. Bir başka çalışmada ise Sönmezdağ (2018), farklı süt türleri ile üretilen Antep peynirlerinin uçucu bileşiklerinin analiz etmiştir.

Farklı süt türleri ile üretilen (inek, keçi ve inek-keçi sütlerinin karışımı) Hatay peynirlerinin incelendiği bir çalışmada, üretilen peynirlerin depolama süresince özelliklerindeki değişimler analiz edilmiştir (Çayır, 2018). Çalışmada üretilen peynirlerin, bileşim ve kimi fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular Hatay peynirlerinin depolama süresince, olgunlaşma sürecine bağlı olarak belirli kimyasal ve fiziksel özelliklerinde değişiklikler olduğunu göstermiştir. Depolama süresince tuz, olgunlaşma düzeyi ve pıhtı sıkılığı gibi özelliklerin artması, peynirin daha yoğun bir yapıya ve belirgin bir lezzete sahip olmasına katkıda bulunduğu yorumlanmıştır. Öte yandan, protein, yağ oranı ve pH değerinin azalması, peynirin besin değeri ve asitlik düzeyindeki değişiklikleri göstermiştir (Çayır, 2018).

Sıkma peynirinin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine pastörizasyon işlemi ve pıhtılaşma süresinin etkisi, 90 günlük depolama süresince gözlemleyen bir araştırmada ise  elikbilek (2010) şu sonuçlara ulaşmıştır: Pastörize sütten elde edilen sıkma peynirler, yağ, protein ve kuru madde miktarları açısından çiğ sütten üretilen sıkma peynirlerine göre daha düşük değerlere sahiptir. Bu sonuçlar, pastörizasyon işleminin ve pıhtılaşma süresinin sıkma peynirinin besin değerleri ve olgunlaşma süreci üzerindeki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Pastörize sütten elde edilen peynirlerin yağ, protein ve kuru madde miktarlarının daha düşük olduğu, çiğ sütten üretilen peynirlerin ise belirli kimyasal  zelliklerinin (S A, tuz oranı, olgunlaşma derecesi, titrasyon asitliği ve pH) belirli aralıklarla değiştiği gözlemlenmiştir. Bu bilgiler, sıkma peyniri üretiminde kullanılan sütün pastörizasyon işlemi görüp görmemesinin peynirin nihai kalitesi üzerinde önemli etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Ayrıca, pıhtılaşma süresi ve depolama koşulları da peynirin olgunlaşma süreci ve kimyasal bileşimi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Malzeme

Bu tez çalışmasında, yerel üreticilerden çiğ inek sütü ile çiğ koyun sütü tedarik edilerek peynir üretiminde kullanılmıştır. Üretimde doğrudan çiğ inek sütü kullanılarak, çiğ koyun sütü kullanılarak ve bu iki süt türünün 1:1 karışımı kullanılarak Malatya peynirleri üretilmiştir.

3.2. Peynir Üretimi

Malatya peyniri, bölgenin geleneksel süt işleme tekniklerini yansıtacak şekilde üretilmiştir. Genellikle koyun veya inek sütünden üretilen Malatya peyniri, sütün mayalanması, süzülmesi ve tuzlanması aşamalarını içermektedir.

Tez çalışması kapsamında tedarik edilen çiğ inek ve koyun sütleri kullanılarak 12.11.2023 tarihinde Türkan Ana Süt İşletmesi'nde (Malatya, Türkiye) deneysel amaçlı olarak incelenecek Malatya peynirleri üretilmiştir. Üretimler 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen Malatya peyniri üretiminde 3 farklı bileşimde ham madde kullanılmıştır. İlk grup peynir, çiğ inek sütü kullanılarak üretilirken (İ), ikinci grup peynirin üretiminde çiğ koyun sütü (K), üçüncü grup peynirin üretiminde ise çiğ inek ve koyun sütünün eşit orandaki karışımı kullanılmıştır (İK). Üretilen bu peynirlerin kodlamalarında, büyük harflerle belirtilen hammadde olarak kullanılan çiğ sütün türü (İ, çiğ inek sütü; K, çiğ koyun sütü; İK, çiğ inek ve koyun sütlerinin karışımı), sayı olarak belirtilen ise örnek alınan peynirin olgunlaşmanın kaçınıcı ayında (0, üretimden hemen sonra; 1, olgunlaşmanın 30.günün sonunda; 3, olgunlaşmanın 90.günün sonunda; 6, olgunlaşmanın 180.günün sonunda) olduğunu göstermektedir.

Tez çalışması kapsamındaki Malatya peynirlerinin üretimi ile ilgili görseller Şekil 3.1'de sunulmuştur. Malatya peynirlerinin üretimin, her bir üretim paraleli için 5 L çiğ süt kullanılmıştır. Tedarik edilen çiğ süt, işlemeye alınmadan önce tülbent bezinden süzölmüş ve kirlerinden arındırılmıştır. Daha sonrasında, peynire işlenecek süt 65 °C'de 20 dakika pastörize edilmiştir. Daha sonrasında ise süt soğutulurak 35 °C'ye getirilmiş ve bu sıcaklıkta içerisinde 0,35 g mikrobiyel peynir mayası (Mayamax, 50.000 mcu/mL maya kuvveti) ilave

edilmiştir. Süt mayalandıktan sonra pıhtılaşmaya bırakılmış ve yaklaşık 40-45 dakika içerisinde pıhtı kesilebilecek olgunluğa ulaşmıştır. Oluşan jel formundaki pıhtı, bıçak yardımıyla küçük parçalara ayrılmış ve oluşan pıhtı taneleri su salmaya ve büzülerek sertleşmeye başlamıştır. Daha sonrasında, peynir taneleri, süzgeçler yardımıyla alınmış ve bir cendere bezine sarılıp üzerine ağırlık konarak süzölmeye bırakılmıştır. Peynir kalıbının üzerine bırakılan ağırlık nedeniyle ile peynir yassı şekli almıştır. Bu sırada peynir üretiminde açığa çıkan peynir altı suyuna tuz ilave edilip ısıtılarak tuzun çözönməsi sağlanmıştır. Sonrasında şekil almış ve sertleşmiş olan kalıp peynirler, bu tuz çözeltisine yani salamuraya batırılmıştır. Salmuraya batırılan peynirler, salamura içerisinde buzdolabı koşullarında 6 ay boyunca bekletilmiştir. Bu süreç, peynirin karakteristik tadının ve dokusunun gelişmesini sağlamaktadır. Olgunlaşma süreci boyunca 0., 30., 90. ve 180.günlerde yani 0., 1., 3. ve 6.aylarda peynirlerden örnek alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.3. Analiz Yöntemleri

3.3.1. Bileşim Analizleri

Tez çalışması kapsamında hammadde olarak kullanılan çiğ inek ve koyun sütleri ile üretilen Malatya peynirlerinin bileşimleri analiz edilmiştir. Bu doğrultuda örneklerin su içerikleri gravimetrik yöntemle (AOAC, 2012a), yağ içerikleri Van Gulik yöntemiyle (Funke-Gerber, 2018), protein/azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle (IDF, 1993), kül oranı gravimetrik yöntemle (AOAC, 2012b), tuz içeriği ise Mohr yöntemi ile (IDF, 1988) analiz edilmiştir. İncelenen örneklerin pH değerleri pH/İyon metre (Hanna, HI2002) cihazı ile saptanmıştır. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri ise alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış %laktik asit cinsinden (AOAC, 2012c) saptanmıştır.

3.3.2. Proteolitik Olgunlaşma Düzeyi Analizleri

Peynirde olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde önemli bir ölçü, proteinlerin hidroliz oranıdır. Hidroliz sürecinde proteinler peptitlere ve aminoasitlere parçalanırken, parçalanmanın düzeyi örneklerdeki çözünür azot fraksiyonlarının oranlarının belirlenmesi ile saptanabilir. Bu düzeyin belirlenmesi amacıyla peynir örneklerindeki toplam azot (TA) miktarının yanı sıra, suda çözünür azot (SÇA) ve %12'lik trikloroasetik asitte (TCA) çözünür azot (TCA-ÇA) miktarları da belirlenmektedir. Bu yaklaşımın temelinde, kazeinin pek çok çözgüde çözünmezken, hidroliz ürünlerinin moleköl boyutuna bağılı olarak çeşitli çözgülerde çözünebilmesi yatmaktadır (McSweeney ve Fox, 1997).



1. Isıl İşlem



2. Soğutma



3. Maya ilavesi



4. Pıhtının Kırılması



5. Baskılama ve süzme



6. Telemeye şekil verilmesi



7. Telemenin haşlanması



8. Salamurada Tuzlama

Şekil 3.1. Malatya peyniri üretimindeki aşamaları gösteren fotoğraflar.

SÇA tayini: Suda çözünür azot (SÇA) miktarının belirlenmesinde Bütikofer ve ark. (1993)'te açıklanan yöntemden, yöntemde kimi modifikasyonlar yapılarak yararlanılmıştır. Buna göre, 20 g peynir ile 40 °C'de 20 mL saf su bir behere alınıp karıştırılmıştır. Karışım önce Ultra-Turrax ile 10.000 rpm'de 1 dakika homojenize edilmiştir. Sonrasında homojenize edilmiş karışım 1 dakika serbest halde bırakılmış ve hemen sonrasında aynı koşullarda tekrar 1 dakika Ultra-Turrax ile homojenize edilmiştir. Sonrasında homojenat 1 saat boyunca 40 °C'de su banyosunda bekletilmiş ve bunu takiben örnekler 4 °C'de, 3.000 g'de, 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası örneklerin üstünde biriken yağ bir spatül yardımıyla alınmış ve kalan sıvı kısım önce cam yününden, daha sonra ise Whatman No.113 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Filtre edilen kısımdaki azot miktarı, Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir.

TCA-ÇA tayini: Bu analizde de Bütikofer ve ark. (1993)'te belirtilen yöntemden kimi modifikasyonlar yapılarak yararlanılmıştır. Buna göre, yukarıda açıklanan şekilde üretilen SÇA ekstraktından 5 mL alınarak, üzerine 5 mL %24'lük TCA çözeltisi karıştırılmıştır. Bu şekilde %12'lik TCA hazırlanmış ve hazırlanan bu karışım/süspansiyon iyice karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Daha sonrasında bekletilmiş bu karışım Whatman No.540 filtreden süzölmüştür. Süzütünün içeriğindeki azot miktarı yine Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir.

Proteolitik olgunlaşma indeklerinin hesaplanması: Peynirlerdeki proteolitik olgunlaşmanın belirlenmesinde, peynir örneklerinden elde edilen çözünür azot fraksiyonlarının toplam azot miktarına oranlanmasıyla hesaplanan çeşitli indeksler kullanılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında da, olgunlaşma indekslerinden “olgunlaşma uzama indeksi (OUI)” ile “olgunlaşma yoğunluk indeksi (OYİ)” hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. SÇA/TA oranıyla OUI ve TCA-ÇA/TA oranıyla OYİ değerleri hesaplanabilmektedir. Hesaplama kullanılan denklıklar aşağıda sunulmuştur (Pereira ve ark., 2008):

$$\text{Olgunlaşma Uzama İndeksi (OUI)} = \frac{SÇA}{TA} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Olgunlaşma Yoğunluk İndeksi (OYİ)} = \frac{TCA - ÇA}{TA} \times 100 \quad (2)$$

3.3.3. Uçucu Bileşiklerin Analizi

Tez kapsamında, peynir örneklerinin tepe boşluğundaki uçucu bileşikleri katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği kullanılarak izole edilmiştir. Uçucu bileşiklerin miktarı ve tanımlanması Gaz kromatografisi (GC) (7890B, Agilent Technologies, Santa Clara, ABD) ve buna bağlı kütle spektrometresinde (MS) (5977A MSD, Agilent Technologies, Santa Clara, ABD) gerçekleştirilmiştir. Dengelenme, ekstraksiyon ve enjeksiyon aşamalarında otomatik enjeksiyon modülü (GC Injector 80, Agilent Technologies, Santa Clara, ABD) kullanılmıştır. Karıştırıcının açık/kapalı zamanı 5/2 s olarak ayarlanmıştır. Dengeleme sıcaklığı, ekstraksiyon sıcaklığı ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Dengeleme işleminin süresi ise 30 dakika olarak belirlenmiştir. Peynirlerdeki uçucu bileşik analizlerinde, ekstraksiyon koşulları ve kullanılacak fiberin belirlenmesinde, daha önce olgun beyaz peynir analizleri için yapılmış olan optimizasyon çalışmasının sonuçları esas alınmıştır (Salum ve ark., 2017). Buna göre, 20 mL'lik vial içerisinde 4 g örnek tartılmıştır. Uçucu bileşiklerin SPME ile ekstraksiyonunda; ekstraksiyon sıcaklığı 54,75 °C, ekstraksiyon süresi 85,60 dk karıştırma hızı 250 rpm'dir. Çalışmada Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS, 50/30 µm, SF 23GA Auto, 57299-U, Sigma) ile kaplanmış fiber kullanılmıştır (Salum ve ark., 2017). Desorpsiyon süresi 180 s, sıcaklığı ise 250 °C'dir. Septumdaki tahliye akış hızı (septum purge flow rate) 3,0 mL/dk'dır. Ayırmada DB-WAX kolonundan (30 m x 250 µm x 0.25 µm; 122-7032, Agilent Technologies, Santa Clara, ABD) yararlanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika kaldıktan sonra dakikada 5 °C/dk artışla sıcaklık 70 °C'ye yükseltilmiş, fırın bu sıcaklıkta bir dakika durduktan sonra dakikada 10 °C'lik bir artışla 240 °C'ye ulaştırılmış ve bu sıcaklıkta 4 dakika tutulmuştur. FID sıcaklığı 260 °C'dir. MS iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250 °C, kuadropol sıcaklığı 120 °C'dir, 1 saniye aralıklarla 30-400 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır. Piklerin tanısında, NIST11 ve Wiley7 kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Uçucu bileşiklerin miktarlarının belirlenmesinde ise iç standart yönteminden yararlanılmış ve iç standart olarak 9 µg/µL konsantrasyonda 4-nonanol kullanılmıştır.

3.3.4. İstatistiksel Analizler

Üretilen Malatya peynirlerine yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde SPSS İstatistik Paket Programından (IBM SPSS Statistics Ver. 22, SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yararlanılmıştır. İncelenen peynirlerin üretimlerinde kullanılan süt türlerine ve olgunlaşma dönemlerine göre analiz edilen özelliklerindeki farklılıklarının

anlamli olup olmadığının incelenmesinde ve rneklerin gruplandırılmasında ANOVA ile Duncan Post Hoc testleri kullanılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Malatya Peyniri Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütlerin Bileşimi

Tez çalışması kapsamında iki farklı süt türü (inek ve koyun) ile bu iki süt türünün karışımı kullanılarak toplam 3 farklı Malatya peyniri üretilmiştir. Üretimde kullanılan sütlerin temel bileşim özellikleri de analiz edilmiştir. Üretimde kullanılan sütlerin analiz sonuçları Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Malatya peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi

Bileşen	İnek Sütü (%)	Koyun Sütü (%)
Nem (%)	89,88 ± 0,01	84,62 ± 0,08
Protein (%)	3,55 ± 0,17	5,25 ± 0,24
Yağ (%)	2,25 ± 0,07	4,85 ± 0,07
Kül (%)	0,81 ± 0,04	1,05 ± 0,14
Titrasyon Asitliği (%) ¹	0,40 ± 0,01	0,38 ± 0,01

¹: Laktik asit cinsinden.

Tablo 4.1’de sunulan sonuçlara göre, tez çalışmasında kullanılan inek sütü, koyun sütüne göre daha yüksek bir nem içeriğine sahiptir. Koyun sütü ise, inek sütüne kıyasla daha yüksek bir protein içeriğine sahiptir. Yüksek protein içeriği, koyun sütünün daha yoğun ve besleyici olduğunu dair fikir vermektedir. Proteinler, sütün jel yapısını oluşturarak peynir üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, koyun sütü peynir yapımında daha fazla tercih edilebilmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan koyun sütü, yağ içeriği açısından da inek sütünden daha zengindir. Yüksek yağ içeriği, sütün kremi dokusunu ve lezzet profilini iyileştirmektedir. Yağ, aynı zamanda peynirdeki lezzet bileşenlerinin taşıyıcısıdır ve bu nedenle koyun sütü, zengin aromalı peynirler üretmek için oldukça uygun bir süt olarak dikkat çekmektedir (Chilliard ve Ferlay, 2004).

Bunların yanı sıra, çalışmada kullanılan koyun sütü, inek sütüne göre yaklaşık %25 daha fazla kül içeriğine sahiptir. Kül, mineral içeriğini temsil etmektedir ve bu da koyun sütünün daha yüksek mineral konsantrasyonuna sahip olduğunu göstermektedir. Bu, peynirin besleyici

değerini artırmakta ve koyun sütünden üretilen peynirlerin mineral açısından zengin olmasını sağlamaktadır (Park ve Haenlein, 2013). Her iki süt türünde de titrasyon asitliği benzer düzeylerde ölçülmüştür. Titrasyon asitliği, sütün asitlik derecesini belirlemekte ve peynir üretiminde pH dengelemesi için önem taşımaktadır. Bu benzerlik, her iki süt türünün de benzer asitlik profiline sahip olduğuna dair fikir vermektedir.

4.2. Malatya Peynirlerinin Depolama Boyunca Özelliklerindeki Değişimler

Tez çalışması kapsamında 2 farklı süt hammaddesi kullanılarak Malatya peynirlerinin üretimleri gerçekleştirilmiş ve üretilen peynirler 6 ay boyunca depolanmıştır. Üretimi gerçekleştirilen peynirlerden üretimlerinin hemen sonrasında örnek alınarak analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, depolanan peynirlerden depolamanın 1.ayının sonunda, 3.ayının sonunda ve 6.ayının sonunda örnekler alınmış ve örnek alınan Malatya peynirlerinin analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.2.1. Malatya Peynirlerinin Temel Bileşim Özellikleri

İnek sütü, koyun sütü ve bu iki sütün karışımı ile üretilen Malatya peyniriyle, bu peynirlerin 6 aylık depolanması boyunca alınan örneklerine yapılan bileşim analizlerinin sonuçları Tablo 4.2’de paylaşılmıştır.

Tüm peynir çeşitlerinde nem içeriği depolama süresince hafif bir azalma göstermiştir. Bu azalma inek sütünden ve inek-koyun sütü karışımında üretilen Malatya peynirlerinde istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), koyun sütünden üretilen peynirlerde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ile üretilen peynirlerde 6 aylık depolama süresince nem içeriği %50,7’den %49,6’ya düşerken, koyun sütü ile üretilen peynirlerde %52,3’ten %51,1’e düşmüştür. Nem içeriği, peynirin tekstür ve lezzet profilini etkileyen önemli bir faktördür ve nem içeriğinde depolama süresince saptanan azalma, peynirin olgunlaşması boyunca peynirden salamuraya doğru gerçekleşen nem difüzyonu ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Farklı sütlerden üretilen ve depolamanın aynı dönemindeki peynirler kendi içlerinde değerlendirildiğinde ise, koyun sütünden üretilen peynirlerin nem içeriğinin genel olarak diğer sütlerden üretilen Malatya peynirlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.2).

Üretilen Malatya peynirlerinin protein içeriği ise depolama süresince genel olarak değişmemiş, gözlemlenen hafif dalgalanmalar ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). İnek sütü ile üretilen peynirlerin protein içeriği depolama süresi boyunca %17,5-

17,6 aralığında değişirken, koyun sütü ile üretilen peynirlerin protein içeriği %18,0-18,4 aralığında değişmiş ve inek-koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peynirlerinde ise değişim %19,0-19,1 aralığında olmuştur. Peynirler kendi içlerinde değerlendirildiğinde ise sütlerin karışımı ile üretilen peynirlerin protein içeriğinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Tüm peynirlerde depolama boyunca kuru maddede protein içeriği azalırken, inek sütü kullanılarak üretilen peynirlerde kuru maddede protein içeriğinin diğerlerine göre düşük olduğu açık şekilde görülmektedir.

Peynirlerin yağ içeriği, peynirin kremamsı dokusunu ve lezzetini etkileyen önemli bir faktördür. Üretilen peynirlerin yağ içeriklerinin depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişmediği ($p>0,05$), buna karşın süt türünün yağ içeriği üzerinde etkili olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Buna göre, inek sütü ile üretilen peynirlerde yağ içeriği %18,3'ten %18,7'ye değişirken, sütlerin karışımı ile üretilen peynirlerde bu değerler %17,3-17,7 aralığında değişmiş, koyun sütü ile üretilen peynirlerde ise %14,4 ile %14,7 aralığında dalgalanmıştır. Hammadde olarak kullanılan süt türlerine göre ise depolama süresince en düşük yağ oranının koyun sütünden üretilen, en yüksek yağ oranının ise inek sütünden üretilen Malatya peynirlerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum kuru maddede yağ oranları değerlendirildiğinde daha belirgin şekilde görülmektedir. Koyun sütünden üretilen Malatya peynirlerinde kuru maddede yağ oranı %30 dolaylarında iken, inek-koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peynirlerinde bu oran yaklaşık %35, inek sütünden üretilen Malatya peynirlerinde ise yaklaşık %37 düzeylerinde hesaplanmıştır.

Tez çalışması kapsamında üretilen Malatya peynirlerinin tuz ve kül içeriklerinin depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı görülmüştür ($p<0,05$). İnek sütünden üretilen Malatya peynirleri ile inek-koyun sütü karışımından üretilen Malatya peynirlerinin tuz içerikleri birbirine yakın çıkarken ($p>0,05$), koyun sütünden üretilen peynirlerde bu değerler depolama süresince daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın sonunda inek sütü ile karışım sütü ile üretilen peynirlerin kuru maddede tuz içeriği %24,8-24,9 düzeylerine ulaşırken, aynı değer koyun sütü ile üretilen peynir için %29,5 olmuştur. Tuz değerlerine benzer sonuçlar peynirlerin kül oranlarında da gözlemlenmiştir. Depolama boyunca tuz ve kül içeriklerinin artışında, salamuradan peynir kalıplarına depolama süresince tuz geçişinin etkili olduğu düşünölmektedir. Bu durum, benzer başka salamurada olgunlaştırılan peynirlerde de görülmüştür (Kırmacı ve ark., 2014; Atasoy ve ark., 2019; Ertekin ve ark., 2023).

Kül ve tuz içeriğindeki bu artışlar, peynirin olgunlaşma sürecinde mineral bileşenlerin yoğunlaşması ve tuzun peynirdeki su aktivitesini azaltarak mikrobiyal kararlılığı artırması ile de ilintilendirilmektedir (Tekinşen, 2005).



Tablo 4.2. Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince temel bileşim özelliklerindeki değişim.

Peynir ¹	Depolama Süresi (ay)	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Tuz (%)	KM'de Protein (%) ²	KM'de Yağ (%)	KM'de Tuz (%)
İ	0	50,74 ± 0,32 ^{a,A}	17,54 ± 0,20 ^{a,A}	18,27 ± 0,25 ^{a,B}	12,57 ± 0,09 ^{a,B}	10,92 ± 0,83 ^{a,A}	35,61	37,08	22,16
	1	50,11 ± 0,85 ^{a,A}	17,48 ± 0,10 ^{a,A}	18,40 ± 0,36 ^{a,B}	13,59 ± 0,07 ^{b,A}	12,16 ± 0,08 ^{ab,A}	35,05	36,88	24,37
	3	49,82 ± 0,09 ^{a,A}	17,53 ± 0,32 ^{a,A}	18,47 ± 0,50 ^{a,B}	13,54 ± 0,10 ^{bc,A}	12,30 ± 0,39 ^{b,A}	34,93	36,80	24,52
	6	49,57 ± 0,90 ^{a,A}	17,61 ± 0,12 ^{a,A}	18,67 ± 0,29 ^{a,B}	13,77 ± 0,06 ^{c,A}	12,54 ± 0,13 ^{b,A}	34,93	37,02	24,87
İK	0	50,53 ± 0,04 ^{a,A}	19,06 ± 0,24 ^{a,C}	17,67 ± 0,29 ^{a,B}	11,79 ± 0,22 ^{a,A}	10,04 ± 0,00 ^{a,A}	38,53	35,72	20,30
	1	49,89 ± 0,17 ^{a,A}	18,96 ± 0,25 ^{a,C}	17,50 ± 0,50 ^{a,B}	13,28 ± 0,08 ^{b,A}	11,98 ± 0,06 ^{b,A}	37,84	34,92	23,91
	3	49,40 ± 0,34 ^{a,A}	19,06 ± 0,44 ^{a,B}	17,33 ± 0,58 ^{a,B}	14,03 ± 0,16 ^{c,B}	12,58 ± 0,17 ^{c,A}	37,66	34,26	24,86
	6	49,01 ± 1,07 ^{a,A}	18,95 ± 0,41 ^{a,B}	17,67 ± 0,29 ^{a,B}	14,22 ± 0,19 ^{c,B}	12,65 ± 0,28 ^{c,A}	37,16	34,65	24,82
K	0	52,29 ± 0,29 ^{b,B}	18,35 ± 0,21 ^{a,B}	14,53 ± 0,42 ^{a,A}	14,13 ± 0,08 ^{a,C}	12,52 ± 0,15 ^{a,B}	38,45	30,46	26,25
	1	51,53 ± 0,22 ^{ab,A}	18,16 ± 0,21 ^{a,B}	14,37 ± 0,32 ^{a,A}	15,54 ± 0,22 ^{b,B}	14,16 ± 0,25 ^{b,B}	37,46	29,64	29,22
	3	51,37 ± 0,41 ^{a,B}	17,98 ± 0,43 ^{a,AB}	14,67 ± 0,29 ^{a,A}	15,59 ± 0,03 ^{b,C}	14,27 ± 0,35 ^{b,B}	36,97	30,16	29,35
	6	51,09 ± 0,05 ^{a,A}	18,10 ± 0,24 ^{a,AB}	14,50 ± 0,50 ^{a,A}	15,79 ± 0,13 ^{b,C}	14,42 ± 0,17 ^{b,B}	37,00	29,65	29,49

^{a-c}: Aynı harfler, aynı süt türü ile üretilmiş olan peynirlerin depolama süresince özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0,05).

^{A-C}: Aynı harfler, aynı depolama süresindeki farklı süt türlerinden üretilmiş peynirlerin özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0,05).

¹ İ: İnek sütü ile üretilen Malatya peyniri, İK: İnek ve koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peyniri, K: Koyun sütü ile üretilen Malatya peyniri.

² KM: Kuru madde.

4.2.2. Malatya Peynirlerinin Olgunlaşma Özellikleri

Tez çalışması kapsamında üretilen Malatya peynirlerinin olgunlaşma özelliklerinin incelenmesinde, depolama süresince asitlik ve çözünür azot fraksiyonları analiz edilmiştir. Üretilen peynirlerin titrasyon asitliği ile pH değerleri ölçülürken, aynı zamanda SÇA ve TCA-ÇA değerleri ile bu değerlerin kullanılmasıyla hesaplanan olgunlaşma indeksi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Titrasyon asitliği, peynirin asitlik seviyesini belirlemede önemli bir parametredir ve laktik asit cinsinden ifade edilmiştir. Depolama süresince tüm peynirlerde titrasyon asitliğinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Örneğin; inek sütü ile üretilen peynirler titrasyon asitliği değerleri %0,165'ten %0,498'e kadar yükselirken, karışım sütleri ile üretilmiş peynirlerde bu değerler %0,146'dan %0,462'ye, koyun sütünden üretilen peynirlerde ise %0,130'dan %0,583'e yükselmiştir. Depolama boyunca peynirlerin titrasyon asitliği değerlerindeki artış anlamlı bulunurken, farklı süt türleri ile üretilen peynirler arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır ($p>0,05$). Depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde gerçekleşen artış, olgunlaşma boyunca peynirlerdeki mikrobiyal aktivitenin sonucunda asitlik düzeyinin arttığını göstermektedir (Hayaloglu ve ark., 2008). Titrasyon asitliğine benzer şekilde peynirlerin pH değerleri de depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı düzeylerde azalırken ($p<0,05$), hammadde olarak kullanılan süt türleri arasında belirgin farklar saptanamamıştır ($p>0,05$).

Toplam azot (TA), doğrudan peynirdeki protein içeriğinin ölçümünde kullanılmaktadır ve değişimi protein içeriğindeki değişim kısmında tartışılmıştır. Ancak, TA değerinin çözünür azot fraksiyonları ile oranlanmasıyla, SÇA ve TCA-ÇA gibi çözünür azot fraksiyonlarından elde edilen değerler normalize edilebilmekte ve bu şekilde olgunlaşma indeksi parametreleri hesaplanabilmektedir.

Tablo 4.3. Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince asitlik ve proteolitik olgunlaşma parametrelerindeki değişim.

Peynir ¹	Depolama Süresi (ay)	Titrasyon Asitliği (%) ²	pH	TA (%) ³	SÇA (%) ⁴	TCA-ÇA (%) ⁵	OUI (%) ⁶	OYİ (%) ⁷
İ	0	0,165 ± 0,006 ^{a,A}	6,54 ± 0,01 ^{c,A}	2,75 ± 0,03 ^{a,A}	0,204 ± 0,007 ^{c,A}	0,066 ± 0,006 ^{b,A}	7,42	2,39
	1	0,199 ± 0,006 ^{a,A}	6,52 ± 0,02 ^{bc,A}	2,74 ± 0,02 ^{a,A}	0,162 ± 0,005 ^{b,A}	0,042 ± 0,002 ^{a,A}	5,90	1,54
	3	0,361 ± 0,039 ^{b,A}	6,43 ± 0,03 ^{ab,A}	2,75 ± 0,05 ^{a,A}	0,139 ± 0,006 ^{a,A}	0,039 ± 0,003 ^{a,A}	5,07	1,42
	6	0,498 ± 0,025 ^{c,A}	6,36 ± 0,05 ^{a,A}	2,76 ± 0,02 ^{a,A}	0,172 ± 0,005 ^{b,B}	0,103 ± 0,014 ^{c,A}	6,23	3,72
İK	0	0,146 ± 0,006 ^{a,A}	6,62 ± 0,02 ^{c,B}	2,99 ± 0,01 ^{a,C}	0,231 ± 0,003 ^{c,B}	0,061 ± 0,005 ^{b,A}	7,73	2,06
	1	0,209 ± 0,006 ^{a,A}	6,60 ± 0,06 ^{bc,A}	2,97 ± 0,04 ^{a,C}	0,180 ± 0,004 ^{b,B}	0,055 ± 0,001 ^{ab,B}	6,07	1,84
	3	0,355 ± 0,036 ^{b,A}	6,47 ± 0,06 ^{ab,A}	2,99 ± 0,07 ^{a,B}	0,147 ± 0,010 ^{a,A}	0,044 ± 0,003 ^{a,A}	4,94	1,46
	6	0,462 ± 0,047 ^{c,A}	6,35 ± 0,04 ^{a,A}	2,97 ± 0,06 ^{a,B}	0,141 ± 0,008 ^{a,A}	0,083 ± 0,006 ^{c,A}	4,76	2,80
K	0	0,130 ± 0,022 ^{a,A}	6,62 ± 0,02 ^{c,B}	2,88 ± 0,03 ^{a,B}	0,356 ± 0,005 ^{d,C}	0,092 ± 0,002 ^{c,B}	12,37	3,21
	1	0,188 ± 0,014 ^{a,A}	6,58 ± 0,04 ^{c,A}	2,87 ± 0,03 ^{a,B}	0,241 ± 0,003 ^{c,C}	0,064 ± 0,001 ^{b,C}	8,40	2,25
	3	0,497 ± 0,030 ^{b,B}	6,45 ± 0,02 ^{b,A}	2,82 ± 0,07 ^{a,AB}	0,170 ± 0,003 ^{a,B}	0,047 ± 0,001 ^{a,A}	6,03	1,66
	6	0,583 ± 0,049 ^{c,A}	6,37 ± 0,02 ^{a,A}	2,84 ± 0,04 ^{a,AB}	0,215 ± 0,010 ^{b,C}	0,090 ± 0,010 ^{c,A}	7,58	3,17

^{a-c} : Aynı harfler, aynı süt türü ile üretilmiş olan peynirlerin depolama süresince özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

^{A-C} : Aynı harfler, aynı depolama süresindeki farklı süt türlerinden üretilmiş peynirlerin özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

¹ İ: İnek sütü ile üretilen Malatya peyniri, İK: İnek ve koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peyniri, K: Koyun sütü ile üretilen Malatya peyniri.

² Laktik asit cinsinden.

³ TA: Toplam azot.

⁴ SÇA: Suda çözünür azot.

⁵ TCA-ÇA: Trikloroasetik asitte çözünür azot.

⁶ OUI: Olgunlaşma uzama indeksi.

⁷ OYİ: Olgunlaşma yoğunluk indeksi.

SÇA değerleri incelendiğinde, hammadde olarak kullanılan süt türlerinden bağımsız olarak, depolamanın ilk 3 ayı boyunca SÇA değerlerinin azaldığı, sonrasında ise bir artış trendinin başladığı görülmektedir. Bu durum, geçmişte Antep peyniri ile yapılmış olan bir çalışmada da saptanmıştır. Buna göre, peynirde olgunlaşma süresince proteolitik aktivite sonucunda SÇA oranında artış beklenirken, oluşan SÇA'nın belirli bir düzeyde salamuraya karıştığı ve bu difüzyonun SÇA oluşumundan daha hızlı olması sonucunda ilk 3 ayda SÇA miktarında bir azalma görüldüğü; buna karşın, 3.aydan sonrasında olgunlaşmanın hızlandığı ve SÇA oluşum miktarının difüzyonla salamuraya kaybedilen miktarı aştığından, oransal olarak arttığının belirlendiği düşünülmektedir (Polychroniadou ve ark., 1999; Michaelidou ve ark., 2005; Barac ve ark., 2019; Ertekin ve ark., 2023). Bunun çok benzeri bir durum, TCA-ÇA sonuçlarında da gözlemlenmiş, depolamanın ilk 3 ayında TCA-ÇA miktarı anlamlı düzeylerde azalırken, sonrasında ise belirgin bir artış gerçekleşmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.3 de Malatya peynirlerinin depolama süresi boyunca olgunlaşma uzama indeksi ve olgunlaşma yoğunluk indeksinin değerleri verilmiştir. İ örneğinin depolama süresince OUI değeri %7,42 ile %5,07 aralığında OYİ değeri %3,72 ile %1,42 aralığında, İK örneğini depolama süresince OUI değeri %7,73 ile %4,76 aralığında OYİ değeri %2,80 ile %1,46 aralığında, K örneğini depolama süresince OUI değeri %12,37 ile %6,03 aralığında OYİ değeri %3,21 ile %1,66 aralığında değiştiği görülmektedir. Proteolitik olgunlaşma sonuçları, hammadde olarak kullanılan süt türlerinin etkisi açısından toplu değerlendirildiğinde ise, özellikle koyun sütü ile üretilen peynirlerde proteolitik olgunlaşma düzeyinin daha yüksek olduğu, bu açıdan en düşük değerlerin ise karışım sütleri kullanılarak üretilen peynirlerde saptandığı belirlenmiştir.

4.2.3. Malatya Peynirlerinin Uçucu Bileşiklerinin Değişimi

Tez çalışması kapsamında inek sütü, koyun sütü ve bu sütlerin karışımlarının kullanılması ile üretilmiş olan Malatya peynirlerinin tepe boşluklarındaki uçucu bileşikler 0., 1., 3. ve 6.aylarda tepe boşluğu mikro-ekstraksiyon yöntemi (HS-SPME) kullanılarak, Gaz Kromatografisi (GC)-Kütle Spektroskopisi (MS) cihazı ile belirlenmiştir. Malatya peyniri örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler ve bu bileşiklerin miktarları, standart sapma değerleri ile Tablo 4.4'te ve Tablo 4.5'te verilmiştir. Örneklerde 11 adet asit bileşiği, 1 adet alkol ve bir adet uçucu fenol saptanmıştır. Şekil 4.1'de ise toplam uçucu bileşik miktarının süt çeşidine ve olgunlaşma süresine göre değişimi verilmiştir. Toplam uçucu bileşik miktarı olgunlaşma süresince artmıştır.

Tablo 4.4. Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince uçucu bileşiklerindeki değişim ($\mu\text{g/kg}$ kuru madde).

Peynir ¹	Depolama		Uçucu Bileşikler					
	Süresi (ay)	İzoamil Alkol	Asetik Asit	Bütanoik asit	İzovalerik Asit	Pentanoik Asit	Hekzanoik Asit	Heptanoik Asit
İ	0 ay	86,5 $\pm$ 1,8 ^c	ND	147,2 $\pm$ 0,5 ^{a,B}	ND	ND	337,0 $\pm$ 42,2 ^{a,B}	ND
	1 ay	56,7 $\pm$ 0,3 ^b	ND	200,6 $\pm$ 8,6 ^{b,B}	ND	ND	867,7 $\pm$ 15,1 ^{c,C}	ND
	3 ay	31,6 $\pm$ 0,8 ^a	42,1 $\pm$ 1,7 ^C	188,4 $\pm$ 14,4 ^{b,B}	ND	ND	676,2 $\pm$ 82,6 ^{b,B}	30,3 $\pm$ 4,8
	6 ay	ND ²	39,7 $\pm$ 0,5 ^B	235,8 $\pm$ 4,3 ^{c, A}	91,2 $\pm$ 2,1	6,55 $\pm$ 0,19	1390,2 $\pm$ 3,1 ^{d, A}	39,9 $\pm$ 2,5 ^A
İK	0 ay	112,8 $\pm$ 1,0	ND	116,2 $\pm$ 2,9 ^{a,A}	ND	ND	223,5 $\pm$ 27,5 ^{a, A}	ND
	1 ay	71,8 $\pm$ 1,3	ND	106,9 $\pm$ 6,3 ^{a,A}	ND	ND	272,6 $\pm$ 10,9 ^{a,B}	ND
	3 ay	ND	26,8 $\pm$ 2,3 ^B	207,2 $\pm$ 29,8 ^{b,B}	ND	ND	420,0 $\pm$ 55,7 ^{a,A}	20,9 $\pm$ 2,9
	6 ay	ND	28,6 $\pm$ 0,6 ^A	294,2 $\pm$ 28,1 ^{c, A}	ND	ND	1461,7 $\pm$ 207,8 ^{b, A}	46,0 $\pm$ 4,8 ^A
K	0 ay	ND	ND	104,1 $\pm$ 11,6 ^{a,A}	ND	ND	147,2 $\pm$ 0,6 ^{a, A}	ND
	1 ay	ND	ND	86,9 $\pm$ 3,76 ^{a,A}	ND	ND	198,9 $\pm$ 0,4 ^{a,A}	ND
	3 ay	ND	13,3 $\pm$ 0,6 ^A	107,0 $\pm$ 2,7 ^{a,A}	ND	ND	414,3 $\pm$ 15,3 ^{a,A}	ND
	6 ay	ND	36,9 $\pm$ 4,7 ^{AB}	228,6 $\pm$ 25,5 ^{b,A}	36,6 $\pm$ 2,4	5,73 $\pm$ 0,03	1705,4 $\pm$ 189,6 ^{b, A}	40,2 $\pm$ 2,0 ^A

^{a-c} : Aynı harfler, aynı süt türü ile üretilmiş olan peynirlerin depolama süresince özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

^{A-C} : Aynı harfler, aynı depolama süresindeki farklı süt türlerinden üretilmiş peynirlerin özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

¹ İ: İnek sütü ile üretilen Malatya peyniri, İK: İnek ve koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peyniri, K: Koyun sütü ile üretilen Malatya peyniri.

² ND: saptanamadı.

Tablo 4.5. Üretiminde farklı süt türleri veya karışımları kullanılan Malatya peynirlerinin depolama süresince uçucu bileşiklerindeki değişim ($\mu\text{g/kg}$ kuru madde).

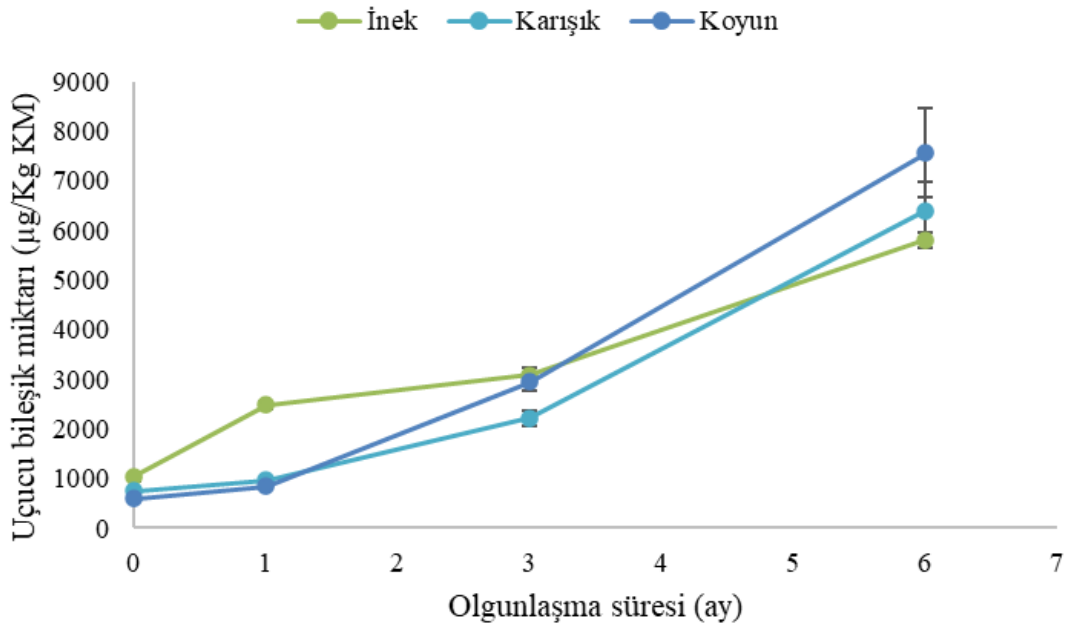
Peynir ¹	Depolama	Uçucu Bileşikler					
	Süresi (ay)	Fenol	Oktanoik Asit	Nonanoik Asit	Dekanoik Asit	9-Desenoik Asit	Dodekanoik Asit
İ	0 ay	32,1 $\pm$ 4,5 ^{bc,A}	268,5 $\pm$ 38,3 ^{a,B}	ND ²	161,0 $\pm$ 4,7 ^{a,C}	ND	15,2 $\pm$ 0,2 ^a
	1 ay	34,6 $\pm$ 1,8 ^{c,A}	833,3 $\pm$ 36,6 ^{b,B}	22,8 $\pm$ 1,4 ^a	414,1 $\pm$ 15,6 ^{a,C}	ND	51,4 $\pm$ 3,2 ^b
	3 ay	21,3 $\pm$ 6,5 ^{ab,A}	1195,7 $\pm$ 0,5 ^{c,C}	24,4 $\pm$ 0,9 ^a	755,0 $\pm$ 30,3 ^{b,A}	49,9 $\pm$ 4,2 ^C	71,7 $\pm$ 3,2 ^{b,B}
	6 ay	18,9 $\pm$ 2,1 ^{a,A}	2370,9 $\pm$ 34,3 ^{d,A}	40,4 $\pm$ 2,1 ^{b,AB}	1333,4 $\pm$ 183,0 ^{c,A}	110,3 $\pm$ 6,0 ^B	138,1 $\pm$ 18,3 ^{c,B}
İK	0 ay	49,8 $\pm$ 2,9 ^{b,A}	137,8 $\pm$ 8,2 ^{a,A}	ND	114,7 $\pm$ 3,9 ^{a,A}	ND	ND
	1 ay	27,8 $\pm$ 2,4 ^{a,A}	305,0 $\pm$ 11,8 ^{a,A}	ND	181,7 $\pm$ 2,2 ^{a,B}	ND	ND
	3 ay	23,4 $\pm$ 2,8 ^{a,A}	754,2 $\pm$ 24,8 ^{b,B}	ND	699,0 $\pm$ 76,0 ^{b,A}	23,3 $\pm$ 2,0 ^A	46,9 $\pm$ 4,4 ^A
	6 ay	24,1 $\pm$ 2,1 ^{a,A}	2434,9 $\pm$ 265,4 ^{c,A}	35,7 $\pm$ 3,1 ^A	1878,9 $\pm$ 117,9 ^{c,AB}	73,2 $\pm$ 3,1 ^A	128,1 $\pm$ 3,3 ^{AB}
K	0 ay	50,2 $\pm$ 2,5 ^{b,A}	149,6 $\pm$ 0,7 ^{a,A}	ND	140,9 $\pm$ 0,5 ^{a,B}	ND	ND
	1 ay	48,7 $\pm$ 3,1 ^{b,B}	259,2 $\pm$ 7,1 ^{a,A}	ND	245,1 $\pm$ 20,9 ^{a,A}	ND	ND
	3 ay	16,8 $\pm$ 2,6 ^{a,A}	1007,2 $\pm$ 59,3 ^{b,A}	22,2 $\pm$ 0,1	1229,5 $\pm$ 111,5 ^{b,C}	33,9 $\pm$ 2,6 ^B	100,8 $\pm$ 8,1 ^C
	6 ay	21,8 $\pm$ 0,4 ^{a,A}	3048,8 $\pm$ 423,8 ^{c,A}	43,4 $\pm$ 1,6 ^B	2232,5 $\pm$ 270,2 ^{c,B}	63,2 $\pm$ 5,0 ^A	100,7 $\pm$ 6,6 ^A

^{a-c} : Aynı harfler, aynı süt türü ile üretilmiş olan peynirlerin depolama süresince özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

^{A-C} : Aynı harfler, aynı depolama süresindeki farklı süt türlerinden üretilmiş peynirlerin özellikleri arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

¹ İ: İnek sütü ile üretilen Malatya peyniri, İK: İnek ve koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peyniri, K: Koyun sütü ile üretilen Malatya peyniri.

² ND: saptanamadı.



Şekil 4.1. Farklı süt türleri kullanılarak üretilen Malatya peynirleri örneklerinin depolama süresince tepe boşluğunda saptanan toplam uçucu bileşiklerin değişimi.

Asitler miktar ve çeşit açısından tepe boşluğundaki en baskın bileşik grubudur ve miktarları olgunlaşma süresinden ve süt çeşidinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilenmiştir. Serbest yağ asitleri ise asitler arasındaki en baskın gruptur. Peynirlerde serbest yağ asitleri süt yağının lipolizi sırasında, triaçilgliseroller parçalanması sonucunda oluşurlar. Serbest yağ asitlerinin yanı sıra lipoliz sonucu gliserol, mono- veya diaçil gliseroller de açığa çıkarlar. Peynirlerde bulunan serbest yağ asitleri 4-18 karbon sayısına sahiptirler. Bunlar arasında, kısa ve orta zincirli, çift karbon sayılı (C4:0–C12:0) serbest yağ asitleri düşük algılama eşikleri sayesinde karakteristik peynir lezzetinin oluşmasında önemli bir yere sahiptir (Collins ve ark., 2003). Asitler arasında bütanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve dekanoik asit, olgunlaşma süresi boyunca alınan tüm peynir örneklerinde belirlenmiştir. Bu bileşiklerin miktarı olgunlaşma süresi ile istatistiksel olarak artmıştır ($p<0,05$). Ayrıca, dodekanoik asit bileşiği, inek sütünden elde edilmiş peynirde tüm depolama zamanlarında saptanmıştır. Bu asit bileşiği diğer sütlerden üretilen peynirlerin tepe boşluğunda depolamanın 3.ayından itibaren belirlenebilmiştir. Benzer şekilde asetik asit, heptanoik asit ve 9-desenoik asit de peynirlerin tepe boşluğunda depolamanın 3.ayından itibaren saptanan bileşiklerdir. Nonanoik asit, inek sütünden üretilmiş örneklerde depolamanın 1.ayından, koyun ve karışık sütlerden üretilen peynir örneklerinde ise sırası ile depolamanın 3. ve 6.aylarından itibaren saptanmıştır.

Pentanoik asit ve izovalerik asit koyun örneğinde belirlenmezken, bu asitler inek sütünden ve karışık süttten üretilen peynirlerin depolanmasının 6. ayında belirlenmiştir. Diğer yağ asitlerinden farklı olarak izovalerik asit (3-metil bütanoik asit) proteoliz sonucu açığa çıkan dallanmış zincirli bir yağ asididir ve lösinin degradasyonu sonucu oluşmaktadır (Yvon ve Rijnen, 2001).

Bu asit bileşiklerinin yanı sıra, izoamil alkol (3-metil-1-bütanol) inek sütünden ve karışık süttten üretilen Malatya peynirlerinde belirlenmiştir. Dallı zincirli birincil alkol olan bu bileşiğin, lösinden üretilen aldehitin indirgenmesiyle oluştuğu bilinmektedir (Curioni ve Bosset, 2002; Salum ve ark., 2018). Fakat, bu bileşik ilerleyen olgunlaşma dönemlerinde saptanamamıştır. Örneklerde bulunan ve amino asit degradasyonu ile ilgili olduğu düşünülen diğer bir bileşik ise uçucu fenol bileşiğidir. Fenol, Strecker bozunması yoluyla tirozinden oluşabilmektedir (Curioni ve Bosset, 2002; Kim Ha ve Lindsay, 1991; Salum ve ark., 2019). Örneklerde saptanan fenollerin miktarı olgunlaşma ile azalmıştır. Bu azalışlarda, bu bileşiklerin difüzyon yoluyla salamuraya geçmiş olabileceğini düşündürmektedir (Ertekin ve ark., 2023).

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada inek, koyun ve inek-koyun karışımı sütlerinin belirli oranlarda karışımı ile toplam üç farklı Malatya peyniri üretilmiştir. Üretilen Malatya peynirleri 180 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın 0., 30., 90. ve 180.günlerinde farklı süt türleri kullanılarak üretilen Malatya peynirlerinin niteliklerinde meydana gelen değişimler gözlemlenmiş ve özetlenmiştir.

- Farklı süt türlerinden üretilen tüm peynirlerde nem içeriğinin depolama süresince hafif bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu azalmanın sebebinin, peynirin olgunlaşması boyunca peynirden salamura doğru gerçekleşen nem difüzyonu olduğu düşünülmektedir. İnek sütünden ve inek-koyun sütü karışımında üretilen Malatya peynirlerinde bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), koyun sütünden üretilen peynirlerde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Farklı sütlerden üretilen ve depolamanın aynı dönemindeki peynirler kendi içlerinde değerlendirildiğinde ise, koyun sütünden üretilen peynirlerin nem içeriğinin genel olarak diğer sütlerden üretilen Malatya peynirlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Depolama süresince incelenen peynirlerin protein içeriklerinde anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($p>0,05$). Buna karşın, inek-koyun sütlerinin karışımı ile üretilen Malatya peynirlerinin protein içeriğinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).
- Depolama süresince üretilmiş olan Malatya peynirlerinin yağ içeriklerinde anlamlı bir değişim görülmezken, hammadde olarak süt türünün yağ içeriği üzerinde etkili olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Buna göre, en yüksek yağ içeriği inek sütü ile üretilen peynirlerde, en düşük oran ise koyun sütü ile üretilen peynirlerde ölçülmüştür.
- Üretilmiş olan Malatya peynirlerindeki tuz ve kül içeriklerinin depolama süresince belirgin şekilde arttığı saptanmıştır ($p<0,05$). Bu artışa, salamura peynir kalıplarına depolama süresince tuz geçişinin etkili olduğu düşünülmektedir.
- Depolama süresince üretilmiş olan Malatya peynirlerinin titrasyon asitliği değerlerindeki anlamlı bir artış anlamlı saptanırken, farklı süt türleri ile üretilen peynirler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Buna benzer olarak, analiz edilen peynirlerin pH değerlerinin de depolama boyunca azaldığı ($p<0,05$),

ancak hammadde olarak kullanılan süt türlerinden kaynaklı anlamlı bir değişim saptanmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

- Farklı süt türleri kullanılarak üretilen Malatya peynirlerinin depolanması boyunca, tüm örneklerde depolamanın ilk 3 ayında SA değerlerinin azaldığı, sonrasında ise bir artış trendinin oluştığu belirlenmiştr. Bu durum, olgunlaşma süresince proteolitik aktivite sonucu oluşan suda çözünür peptitlerin salamura suyuna difüze olmuş olabileceğini ve depolamanın ilk 3 ayında bu difüzyonun hızının, proteoliz kaynaklı SA oluşumu hızından daha yüksek düzeyde olduğunu düşündürmüştür. Ancak, depolamanın 6.ayı itibariyle proteoliz sonucu SA oluşum hızı, salamuraya SA difüzyonu hızını aşmıştır. Aynı durum, TCA-A sonuçlarında da gözlemlenmiştir.



KAYNAKÇA

- AOAC International. (2012a). *Loss on Drying (Moisture) in Cheese*. Official Method 926.08. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- AOAC International. (2012b). *Ash of Cheese*. Official Method 935.42. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- AOAC International. (2012c). *Acidity of Milk, Titrimetric Method*. Official Method 947.05. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- Atasoy, A. F., Hayaloglu, A. A., & Ceylan, H. G. (2019). Effects of partial substitution of goat's milk for sheep's milk, cured scald- ing and dry salting on proteolysis in Urfa cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(10), e14157.
- Aydın, F., & Ardiç, M. (2019). Farklı İllerden Toplanan Sıkma Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda Dergisi*, 826-836.
- Barac, M., Pesic, M., Zilic, S., Smiljanic, M., Ignjatovic, I. S., Vucic, T., Kostic, A., & Milincic, D. (2019). The influence of milk type on the proteolysis and antioxidant capacity of white-brined cheese manufactured from high-heat-treated milk. *Foods*, 8, 128.
- Bütikofer, U., Rüeegg, M., & Ardö, Y. (1993). Determination of nitrogen fractions in cheese: Evaluation of a collaborative study, *Food Science and Technology – Lebensmittel – Wissenschaft & Technologie*, 26(3), 271-275.
- Ceylan, Z., Türkoğlu, H., & Dayisoğlu, K. (2003). The Microbiological and Chemical Quality of Sıkma Cheese Produced in Turkey. *Pakistan Journal of Nutrition*, 95-97.
- Chilliard, Y., & Ferlay, A. (2004). Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development*, 44(5), 467-492.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., & Wilkinson, M. G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13(11), 841–866.
- Curioni, P.M.G., & Bosset, J.O., (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12, 959–984.

- Çayır, M. S. (2018). *İnek, Keçi Sütü ve Karışımlarından Üretilen Hatay Köy Peynirlerinin Depolama Süresince Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Çelikkilek, İ. (2010). *Sıkma peynirinin özellikleri üzerine pastörizasyon işlemi ve pıhtılaşma süresinin etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Ertekin, M., Uğurlu, Ö., Salum, P., & Erbay, Z. (2023). Effects of milk types used in Antep cheese production on some cheese organoleptic quality parameters and brine composition during 5-month ripening. *Journal of Food Science*, 88(4), 1445-1465.
- Funke-Gerber. (2018). Laboratory catalogue for milk analysis. http://www.funke-gerber.de/FG_Kat_ENG.pdf, Son Erişim tarihi: 20 Ağustos 2023.
- Guinee, T. P., & Fox, P. F. (2017). Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects. In: *Cheese: Chemistry, Physics & Microbiology (Volume 1: General Aspects)*, (Ed: McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cotte, P. D., Everett, D. W.; 4th Edition), 317-377.
- Hayaloglu, A. A., & Brechany, E. Y. (2007). Influence of Milk Pasteurization and Scalding Temperature on the Volatile Compounds of Malatya, a Farmhouse Halloumi-Type Cheese. *Lait*, 87, 39–57.
- Hayaloglu, A. A., Ozer, B. H., & Fox, P. F. (2008). Cheeses of Turkey: 2. Varieties Ripened under Brine. *Dairy Science and Technology*, 88(2), 225–44.
- Hayaloglu, A. A., Deegan, K. C., & McSweeney, P. L. H. (2010). Effect of Milk Pasteurization and Curd Scalding Temperature on Proteolysis in Malatya, a Halloumi-Type Cheese. *Dairy Science and Technology*, 90(1), 99–109.
- Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2013a). Characterization and Comparison of Free Fatty Acid Profiles of Eleven Varieties of Turkish Cheeses. *International Journal of Food Properties*, 16(6), 1407–16.
- Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2013b). Primary and Secondary Proteolysis in Eleven Turkish Cheese Varieties. *International Journal of Food Properties*, 16(8), 1663–75.
- Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2013c). SPME/GC-MS Characterization and Comparison of Volatiles of Eleven Varieties of Turkish Cheeses. *International Journal of Food Properties*, 16(7), 1630–53.

- Hayaloglu, A. A., Karatekin, B., & Gurkan. H. (2014). Thermal Stability of Chymosin or Microbial Coagulant in the Manufacture of Malatya, a Halloumi Type Cheese: Proteolysis, Microstructure and Functional Properties. *International Dairy Journal*, 38(2), 136–44.
- Hutkins R.W. (2006). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. IFT Press, Blacwell Publishing, Iowa, USA, 473p.
- IDF (International Dairy Federation). (1988). Determination of salt content (Mohr method). IDF Standard 12B. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IDF (International Dairy Federation). (1993). Milk. Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content. IDF Standard 20B. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- Kahyaoğlu, T. (2002). *Rheological properties of Reduced-Fed Gaziantep Cheese*. Master's Thesis, Food Engineering University of Gaziantep, Gaziantep.
- Kahyaoğlu, T., & Kaya, S. (2003). Effects of Heat Treatment and Fat Reduction on The Rheological and Functional Properties of Gaziantep Cheese. *International Dairy Journal*, 867-875.
- Karatop, T. (2010). *Antep peynirinin aroma profilinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hatay.
- Kaya, S. (1995). *Changes In The Properties of Gaziantep Cheese During It's Storage*. Ph.D. Thesis, Food Engineering University of Gaziantep, Gaziantep
- Kaya, S. (2002). Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short-Term Brining. *Journal of Food Engineering*, 155-159
- Kim Ha, J., & Lindsay, R.C., (1991). Contributions of Cow, Sheep, and Goat Milks to Characterizing Branched-Chain Fatty Acid and Phenolic Flavors in Varietal Cheeses. *Journal of Dairy Science*, 74, 3267–3274.
- Kaya, S., Kaya, A., & Öner, M. (1999). The Effect of Salt Concentration on Rancidity in Gaziantep Cheese. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 213-219.
- Kim Ha, J., Lindsay, R.C., (1991). Contributions of Cow, Sheep, and Goat Milks to Characterizing Branched-Chain Fatty Acid and Phenolic Flavors in Varietal Cheeses. *Journal of Dairy Science*, 74, 3267–3274.

- Kırmacı, H. A., Hayaloğlu, A. A., Özer, H. B., Atasoy, A. F., & Türkoğlu, H. (2014). Evolution of Proteolysis in Urfa Cheese Made from Ewe's Milk by Wild Type Starter Culture Systems. *Small Ruminant Research*, 119:120-129.
- Kose, S., Ceylan, M. M., Altun, I., & Kose, Y. E. (2022). Determination of Some Basic Properties of Traditional Malatya Cheese. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–11.
- McSweeney, P. L. H. (2017). Biochemistry of cheese ripening: Introduction and overview. In: *Cheese: Chemistry, Physics & Microbiology (Volume 1: General Aspects)*, (Ed: McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cotte, P. D., Everett, D. W.; 4th Edition), 379-387.
- McSweeney, P. L. H., Fox, P. F. (1997). Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. *Le lait*, 77, 41-76.
- Michaelidou, A., Alichanidis, E., Polychroniadou, A., & Zerfiridis, G. (2005). Migration of water-soluble nitrogenous compounds of Feta cheese from the cheese blocks into the brine. *International Dairy Journal*, 15, 663–668.
- Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (2013). *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*. Wiley-Blackwell.
- Pereira, C. I., Gomes, E. O., Gomes, A. M. P., Malcata, F. X. (2008). Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, 108, 862-868.
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A., & Paschaloudis, N. (1999). Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese. *International Dairy Journal*, 9, 559–568.
- Özer, H., Atasoy, A., & Akın, M. (2002). İnek ve Koyun Sütlerinden Geleneksel Yöntemle Üretilen Urfa Peynirlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda Dergisi*, 325-331.
- Salum, P., Erbay, Z., Kelebek, H., & Selli, S. (2017). Optimization of headspace solid-phase microextraction with different fibers for the analysis of volatile compounds of white-brined cheese by using response surface methodology. *Food Analytical Methods*, 10, 1956-1964.

- Salum, P., Erbay, Z., & Selli, S., (2019). The compositional properties, proteolytic–lipolytic maturation parameters and volatile compositions of commercial enzyme-modified cheeses with different cheese flavours. *International Journal of Dairy Technology*, 72, 416–426.
- Salum, P., Govce, G., Kendirci, P., Bas, D., & Erbay, Z., (2018). Composition, proteolysis, lipolysis, volatile compound profile and sensory characteristics of ripened white cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. *International Dairy Journal*, 87, 26–36.
- Sönmezdağ, A. S. (2018). Characterization of aroma and aroma-active composition of Gaziantep cheese by solvent-assisted flavor evaporation (SAFE) and aroma extract dilution analysis (AEDA). *Journal of Food Processing and Preservation*, ;43(6), e13840.
- Tekinşen, K. (2005). Kahramanmaraş ve Çevresinde Üretilen Maraş Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi. *Vet.Bil.Derg.*, 57-63.
- Tekinşen, K., & Nizamlioğlu, M. (2003). Maraş Peyniri Üretiminde Baskılama Ağırlığı ve Haşlama Suyu Sıcaklığının Bazı Kalite Niteliklerine Etkisi. *Türk J.Vet Anim Sci*, 153-160.
- Türkoğlu, H., Atasoy, F., & Özer, B. (2003). Şanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt Yoğurt ve Peynirlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri. *HR.Ü.Z.F.Dergisi*, 69-76.
- Yalçın, S., Ardiç, M., & Nizamlioğlu, M. (2007). Urfa Peynirinin Bazı Kalite Nitelikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 90-95.
- Yasar, D., Kose, Y. E., & Kose, S. (2021). Kinetic Modeling of Macroelement Concentration of Malatya Cheese Produced by Traditional Method. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(12), 1–7.
- Yener, A. (2012). *Kahramanmaraş Piyasasında Keçi ve İnek Sütlerinden Yapılarak Satışa Sunulan Sıkma Peynirlerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Yıldız, F. (2003). *Ankara Piyasasında Satılan Urfa Peynirlerinin Mikrobiyolojik Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinin Saptanması*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

Yvon, M., & Rijnen, L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism.
International Dairy Journal, 11, 185–201.

