

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN İZMİR TULUM PEYNİRİNİN
BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN VE UÇUCU BİLEŞİKLERNİN
BELİRLENMESİ**



**YÜKSEK LİSANS
ESMANUR YILMAZ KISAK**

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

ARALIK/2021

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN İZMİR TULUM PEYNİRİNİN
BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN VE UÇUCU BİLEŞİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS

ESMANUR YILMAZ KISAK
(36173220003)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgmeden beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na ve kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİNGİL'e

Yüksek lisans eğitimim süresince 118R022 nolu ARDEB – 1001 projesi kapsamında bursiyer araştırmacı olarak sağladığı desteklerinden ötürü TÜBİTAK'a, Ege Üniversitesi'nden proje yürütücüsü Prof. Dr. Özer KINIK'a ve Dr. Ecem AKAN'a

Deneysel çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü LAB 315 grubunda bulunan değerli arkadaşlarıma,

İhtiyaç duyduğum her anımda maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan canım arkadaşlarım Gülşah, Şukufe, Rahime ve Fatma'ya,

Bu günlere gelmemde en büyük katkısı olan, karşılaştığım tüm zorluklarda yanımda yer alarak beni her açıdan destekleyen, sonsuz özveri ve fedakarlık gösteren, hayatımın her basamağında desteklerini ve sevgilerini hissettiğim canım aileme,

Bana inancı ve tezime olan katkılarından dolayı Canım Eşim'e,

tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Doktora veya yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen İzmir Tulum Peynirinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Uçucu Bileşiklerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Esmalur YILMAZ KISAK



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sütün Bileşim Özellikleri	2
1.2. Sütün Fonksiyonel Özellikleri	4
1.3. Süt Çeşitlerinin Farklılıkları	5
1.4. Peynirin Sağlık Üzerine Etkileri	6
1.4.1. Biyoaktif peptitler.....	7
1.4.1.1. Antioksidan peptitler	8
1.4.1.2. Antihipertansif peptitler.....	9
1.5. Uçucu Bileşikler	10
1.5.1. Glikoliz ve sitrat metabolizması	12
1.5.2. Lipoliz.....	13
1.5.3. Proteoliz.....	15
1.5.4. Çiğ süttten üretilen peynirler	16
1.6. Peynirde Reoloji	17
1.7. İzmir Tulum Peyniri	18
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	21
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Peynir mayası	26
3.1.2. Tuz ve salamura.....	26
3.1.3. Ambalaj materyali	26
3.1.4. Kullanılan kimyasallar.....	26
3.2. Metot.....	27

3.2.1. İzmir Tulum peyniri üretimi	27
3.2.2. Peynir analizleri	27
3.2.2.1. Bileşim analizleri	27
3.2.2.2. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması	27
3.2.2.3. Toplam serbest amino asit miktarı.....	29
3.2.2.4. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit profillerinin belirlenmesi	29
3.2.2.5. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi.....	30
3.2.2.6. Anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesi.....	32
3.2.2.7. GC-MS ile aroma maddelerinin belirlenmesi.....	33
3.2.2.8. Üre-poliakrilamid jel elektroforez (Urea-PAGE) ile kazein fraksiyonlarının belirlenmesi	34
3.2.2.9. Reolojik analiz.....	36
3.2.2.10. İstatistiksel analizler	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
4.1. İzmir Tulum Peynirinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	38
4.1.1. pH ve titrasyon asitliği.....	40
4.1.2. Kuru madde değeri	43
4.1.3. Tuz ve kuru maddede tuz değerleri	45
4.1.4. Yağ ve kuru maddede yağ değerleri.....	47
4.1.5. Toplam protein değeri	49
4.2. İzmir Tulum Peynirlerinde Meydana Gelen Proteoliz.....	51
4.2.1. Toplam azot değerleri.....	52
4.2.2. pH 4,6'da çözünen azot değerleri	53
4.2.3. %12'lik Trikloroasetikasitte (TCA) çözünen azot değerleri	55
4.2.4. Olgunlaşma indeksi	57
4.2.5. Toplam serbest amino asit miktarı	59
4.2.6. Peynirlerde üre-poliakrilamid jel elektroforez (üre-PAGE) ile saptanan proteoliz.....	61
4.2.7. Ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi ile elde edilen peptit profilleri.....	64
4.3. İzmir Tulum Peynirlerinin Biyoaktivite Değerleri	67
4.3.1. Antioksidan aktivite değerleri	67
4.3.2. ACE-inhibisyon aktivitesi	70

4.4. İzmir Tulum Peynirlerinin Reolojik Özellikleri	72
4.5. İzmir Tulum Peynirlerinin Aroma Maddeleri.....	77
4.6.1. Asitler	79
4.6.2. Alkoller.....	82
4.6.3. Aldehitler.....	85
4.6.4. Esterler.....	88
4.6.5. Hidrokarbonlar	91
4.6.6. Ketonlar	93
4.6.7. Terpenler ve fenil bileşikleri	95
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
KAYNAKÇA.....	101
ÖZGEÇMİŞ	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1: Peynirlerin sınıflandırılmasında baz alınan bileşimsel değerler	1
Çizelge 1.2: Süt proteini kaynaklı biyoaktif peptitler.....	7
Çizelge 3.1: RP-HPLC prptit profili analizinde (A) ve (B) solventlerinin zamana bağlı kolondan geçiş oranları.....	30
Çizelge 4.1: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirinde saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler.....	39
Çizelge 4.2: İzmir Tulum peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.3: Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirine ait azot analizleri sonuçları.....	51
Çizelge 4.4: Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirine ait azot değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.5: Koyun ve keçi peynirlerinin kazein azotu oranları.....	61
Çizelge 4.6: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin pH 4.6-SN fraksiyonların ABTS* ve DPPH* radikali inhibisyon (mg Trolox/L) değerleri.....	67
Çizelge 4.7: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin antioksidan aktivite değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.8: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin antihipertansif aktivite değerleri...70	
Çizelge 4.9: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin ACE-inhibitör aktivite değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4. 10: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan asitler.....	80
Çizelge 4.11: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan alkoller	83
Çizelge 4.12: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan aldehitler	85
Çizelge 4.13: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan esterler	88
Çizelge 4.14: izmir tulum peynirlerinde saptanan hidrokarbonlar	91
Çizelge 4.15: İzmir tulum peynirlerinde saptanan keton grubu uçucu aroma bileşikleri ...93	
Çizelge 4. 16: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan terpen grubu uçucu aroma bileşikleri 95	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Bereketli hilal bölgesi	2
Şekil 1.2: Fermantasyon ve/ya gastrointestinal sindirim vasıtasıyla proteinlerden biyoaktif peptitlerin oluşumu.....	7
Şekil 1.3: Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar.....	12
Şekil 1.4: Laktozun laktata metabolizması.....	13
Şekil 1.5: Trigliseritlerin aroma bileşiklerine metabolizması.....	14
Şekil 1.6: Olgunlaşma süresince peynerde meydana gelen ptoreoliz.....	16
Şekil 1.7: a)Peynir olgunlaştırılması için kullanılan keçi derisi b)peynir ile doldurulmuş keçi derisi	18
Şekil 1.8: İzmir Tulum peyniri geleneksel yöntem üretim	19
Şekil 3.1:Farklı konsantrasyonlarda Leu standarsına karşı elde edilen absorbans değerleri.....	29
Şekil 3.2: Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (734 nm).....	31
Şekil 3.3: Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (517 nm).....	31
Şekil 3.4: Head space-SPME enjeksiyon standı	34
Şekil 4.1: Olgunlaşma süresince peynirlerde gözlenen pH değerleri.....	41
Şekil 4.2: Olgunlaşma süresince peynirlerde gözlenen % laktik asit değerleri.....	43
Şekil 4.3.: Olgunlaşma süresincepeynirlerde saptanan kuru madde değerleri.....	44
Şekil 4.4: Olgunlaşma süresince peynerlerde saptanan %tuz değerleri.....	46
Şekil 4.5: Olgunlaşma süresince peynirlerde saptanan toplam protein değerleri.....	49
Şekil 4.6: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünen azot değerlerindeki değişim.....	54
Şekil 4.7: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin %12'lik TCA'da çözünen azot değerlerindeki değişim.....	55
Şekil 4.8: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma indeksi değişimi.....	57
Şekil 4.9: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin %12'lik TCA'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma indeksi değişimi.....	57
Şekil 4.10: Olgunlaşma süresince peyner örneklerinin TSAA miktarındaki değişim.....	58
Şekil 4.11: İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-polakrilamid jel elektroforetogramları	62

Şekil 4.12: Koyun Tulum peynirinin 1, 30, 60, 90 ve 150. günlerine ait peptit profilleri...	62
Şekil 4.13: Keçi Tulum peynirinin 1, 30, 60, 90 ve 150.günlerine ait peptit profilleri.....	65
Şekil 4.14: İzmir Tulum peynirlerinin 1, 30, 60, 90 ve 150.günlerine ait peptit profillerinin PCA analiz sonucu.....	65
Şekil 4.15: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca ABTS* değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişim.....	66
Şekil 4.16: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca DPPH* değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişim.....	68
Şekil 4.17: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca ACE-inhibisyon değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişim.....	71
Şekil 4.18: Koyun(a) ve keçi (b) İzmir Tulum peynirlerinin dinamik kompleks modülünün olgunlaşma süresince sıcaklık ile olan değişimi.....	73
Şekil 4.19: Koyun İzmir Tulum peyniri dinamik elastik ve viskoz modülüs değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi.....	74
Şekil 4.20: Keçi peyniri dinamik elastik ve viskoz modülüs değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi.....	75
Şekil 4.21: Koyun peynirinin olgunlaşma süresince uçucu bileşiklerinde meydana gelen değişim	77
Şekil 4.22: Keçi peynirinin olgunlaşma süresince uçucu bileşiklerinde meydana gelen değişim	78

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

CLA	: Konjuge linoleik asit
g	: Gram
g	: Gravity, bağıl santrifüj kuvveti
L	: Litre
mL	: Mililitre
LAB	: Laktik asit bakterileri
NSLAB	: Starter olmayan laktik asit bakterileri
ACE	: Anjiontensine converting enzyme
HHL	: Hippuryl-histidyl-leucine
ABTS	: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6- sulfonik asit) solüsyonu
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
TSAA	: Toplam serbest amino asit miktarı
Cd-Ninhidrin	: Cadmium ninhidrin
MA	: Molekül ağırlığı
ABS	: Absorbans
SÇA	: Suda çözünen azot
FFA	: Serbest yağ asidi
mM	: Milimolar
µL	: Mikrolitre
nm	: Nanometre
kDa	: Kilodalton
TCA	: Trikloroasetik asit
MPa	: Milipaskal
min	: Dakika
s	: Saniye
akb	: Atomik kütle birimi

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN İZMİR TULUM PEYNİRİNİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN VE UÇUCU BİLEŞİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Esmanur YILMAZ KISAK

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

116+XI sayfa

2021

Danışman: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada koyun ve keçi sütlerinden geleneksel yöntem ile İzmir Tulum peynirleri üretilmiş ve 150 gün 4 ± 1 °C'de olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin genel bileşim analizleri, proteoliz düzeyleri, reolojik özellikleri, peptitlerin (<3kDa) antioksidan ve anjiyotensin I-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesi, üre-elektroforez ve ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) peptit profilleri ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile peynirlerin uçucu bileşikleri belirlenmiştir. İlk gün bileşim analizlerinde peynir çeşitleri arasında yağ ve toplam protein miktarları haricinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Ancak depolama süresince peynir çeşitleri arasında bileşim özellikleri açısından önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.05$). Peynirlerin olgunlaşma süresince proteoliz düzeyleri de birbirinden farklı olmuştur. Keçi sütünden üretilmiş İzmir Tulum peynirinin pH 4.6'da ve %12 trikloroasetik asitte çözünen azot ile toplam serbest amino asit değerleri koyun sütünden üretilenden daha düşük olmuştur. Her iki peynirin üre-jel elektroforetogramları, RP-HPLC peptit profil analizleri tüm analiz günleri için birbirinden farklı bulunmuştur. Bunun yanı sıra, koyun sütünden üretilen İzmir Tulum peynirinin peptit kromatogramlarında görülen pik sayısı ve yükseklikleri de daha fazla olmuştur. 2,2-azinio-bis-(3etil)-benzothiazoline-6-sülfonik asit (ABTS) antioksidan aktivitesi her iki peynir çeşidi için olgunlaşma ilerledikçe artış göstermiş, ancak peynirlerin 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini süpürme kapasitesinde artış ve azalışlar görülmüştür. Peynir çeşidi ve olgunlaşma süresi interaksyonunun her iki peynirin antioksidan kapasitesini etkilediği görülmüştür ($P<0.001$). Koyun ve keçi sütünden üretilen İzmir Tulum peynirlerinde depolama boyunca toplamda 83 adet uçucu bileşik saptanmıştır. Olgunlaşmanın sonunda koyun sütünden üretilen İzmir Tulum peynirinde esterler %27,62, alkoller %30,34 düzeyinde bulunurken, keçi sütünden üretilen İzmir Tulum peynirinde esterler %44,55, asitler %22,61 seviyesinde tespit edilmiştir. İzmir Tulum peyniri üretiminde kullanılan süt çeşidi ve olgunlaştırma süresinin, peynirlerin proteoliz, uçucu bileşik kompozisyonu, reolojik ve biyoaktif özelliklerinde önemli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koyun sütü, Keçi sütü, İzmir Tulum peyniri, Biyoaktif peptit, Uçucu bileşen profili.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE BIOACTIVE PROPERTIES AND VOLATILE COMPOUNDS OF İZMİR TULUM CHEESE PRODUCED FROM SHEEP AND GOAT MILK

Esmanur YILMAZ KISAK

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Food Engineering

116+XI sayfa

2021

Supervisor: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

In this study, İzmir Tulum cheeses were produced from sheep and goat milk with the traditional method and matured at 4 ± 1 °C for 150 days. General composition analysis of cheeses during ripening, proteolysis levels, rheological properties, antioxidant and angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activities of peptides (<3kDa), urea-electrophoresis and reverse phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) peptide profiles and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) volatile compounds were determined. In the first day composition analysis, no significant difference was observed between the cheese varieties, except for the amount of fat and total protein. However, significant differences were determined between cheeses in terms of composition properties during storage ($P<0.05$). The proteolysis levels of the cheeses were also different from each other during the ripening period. Nitrogen fractions soluble at pH 4.6- and 12% trichloroacetic acid and total free amino acid values of İzmir Tulum cheese produced from goat milk were lower than those produced using sheep milk. Urea-gel electrophoretograms and RP-HPLC peptide profile analyzes of both cheeses were different for all analysis days. In addition, a higher peak numbers and heights were seen in the peptide chromatograms of İzmir Tulum cheese produced from sheep's milk than goat's milk type. While the antioxidant activity of 2,2-azinio-bis-(3ethyl)-benzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) increased as the ripening progressed for both cheese types, fluctuations were observed in the scavenging capacity of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radicals for the cheese İzmir Tulum. It was observed that the interaction of cheese type and ripening time affected the antioxidant capacity of both cheeses ($P<0.001$). A total of 83 volatile compounds were detected during storage in İzmir Tulum cheeses produced from sheep or goat milk. At the end of ripening, esters were found at the level of 27.62% and alcohols at the level of 30.34% in İzmir Tulum cheese produced from sheep milk, while esters were determined at the level of 44.55% and acids at the level of 22.61% in İzmir Tulum cheese produced from goat milk. It was determined that the type of milk used in the production of İzmir Tulum cheese and the ripening period caused significant changes in the proteolysis, volatile composition, rheological and bioactive properties of İzmir Tulum cheeses.

Keywords: Sheep milk, Goat milk, Tulum cheese, Bioactive peptide, Volatile profile,

1. GİRİŞ

Peynir, dünya çapında çok çeşitli tat ve formlarda üretilen bir grup fermente süt bazlı gıda ürününün genel adıdır. Peynir yapımının asıl amacı sütün ana bileşenlerini korumak olsa da, günümüzde lezzet ve besleyiciliği daha ön plana çıkmaktadır.

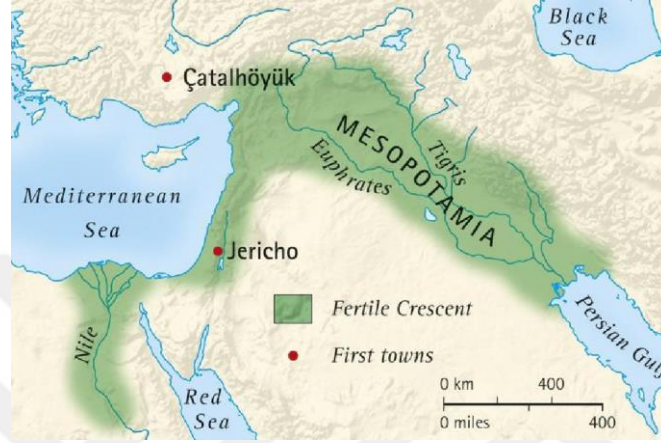
Peynir; yağlı, yağsız veya kısmen yağı alınmış süt, krema, yayıkaltı veya bunların karışımının rennin veya bazı organik asitler ile pıhtılaştırıldıktan sonra, pıhtının kırılması, peynir altı suyunun uzaklaştırılması ve tuzlanması aşamalarından geçen taze veya olgunlaştırılarak tüketime sunulan fermente bir süt ürünüdür (Koca, 1996). Sandine ve Elliker (1970) 1000'den fazla peynir çeşidi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Walter ve Hargrove (1972) 400'den fazla peynir çeşidini tanımlarken, Burkhalter (1981) 510 peynir çeşidini sınıflandırmıştır. Türkiye sınırlarında ise en az 190 farklı çeşit peynir olduğu ve bunların çoğunun sadece üretildiği yöre tarafından bilindiği bildirilmiştir (Akpınar et al., 2017). Peynir çeşitlerini anlamlı gruplara ayırmak için birtakım girişimlerde bulunulmuştur. Sınıflandırma için en yaygın kriter, esas olarak peynirin nem içeriğiyle ilişkili olan dokudur (çok sert, sert, yarı sert, yarı yumuşak, yumuşak). Bu sınıflandırma temelinde kullanılan sütün elde edildiği hayvan türü, peynirin nem ve protein içeriği, pıhtılaştırma yöntemi, pıhtı pişirme sıcaklığı, mikrobiyota gibi kriterler baz alınmaktadır. Ancak, bugüne kadar geliştirilen hiçbir sınıflandırma şeması, olgunlaşma kimyasal indekslerinin dahil edilmemesinden dolayı tamamen tatmin edici olamamıştır (Fox & McSweeney, 2004). Peynir sınıflandırması yapılırken baz alınan ortalama bileşim değerleri Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1: Peynirlerin sınıflandırılmasında baz alınan bileşimsel değerler (Fox & McSweeney, 2004).

	Nem	Protein	Yağ	Laktoz	Mineraller +Vitaminler
			g.kg ⁻¹		
Taze peynir	700	110	80	30	80
Yumuşak peynir	520	200	220	0	60
Orta sertlikte peynir	400	250	270	0	80
Sert peynir	350	270	310	0	70
Ekstra sert peynir	300	290	330	0	80

Peynirin, Dicle ve Fırat nehirlerinden başlayarak, 8000 yıl önce bugün Türkiye'nin güneyinden Akdeniz kıyılarına kadar "Bereketli Hilal" olarak bilinen bir bölgede (Şekil 1.1)

evrimleştiğine inanılmaktadır. “Tarım Devrimi” bu bölgede bitki ve hayvanların evcilleştirilmesiyle meydana gelmiştir. Yapılan araştırmalara göre, yırtıcı ve uysal olan keçi ve koyunlar evcilleştirilen ilk süt hayvanlarıdır ancak sığırlar dünyanın birçok yerinde baskın süt türü haline gelmiştir (günümüze kadar toplam dünya süt tedarikinin %85'i sığırlardan elde edilmiştir) (Fox & McSweeney, 2004).



Şekil 1.1: Bereketli hilal bölgesi (Öztürk, 2020).

Dünya toplam süt üretimi 2020 yılında %1,3 artarak 875 milyon ton, toplam peynir üretimi %1,4 oranında artış göstererek 24 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Buna göre peynir, dünya genelinde talebi sürekli artış gösteren tek süt ürünü olmuştur

Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre 2020 yılı toplam çiğ süt üretimi yaklaşık 23 milyon ton, koyun-keçi sütü üretimi 2 milyon 230 bin olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl 767 bin ton peynir üretilmiş ve peynirlerin %96'sında sadece inek sütü kullanılmıştır (TEPGE, 2020; TÜİK, 2019). Türkiye'de kişi başına düşen toplam süt ve süt ürünlerinin tüketiminde ilk sırayı yıllık ortalaması 17,5 kg olan peynir almaktadır (USK, 2020).

1.1. Sütün Bileşim Özellikleri

Süt, yaşayan her memeli için temel öneme sahiptir ve her memeli türü, her bir türün benzersiz seçici ve filo genetik öyküleri altında gelişen kendi sütüne sahiptir. Teknolojideki ilerlemeler, bilim insanlarının sütü çok daha ayrıntılı bir şekilde keşfetmelerini sağlayarak sütün dikkat çekici ve karmaşık bir biyokimyasal sıvı olduğunu ortaya koymuştur (Power & Schulkin, 2016).

Süt, farklı ürünlere işlenerek özellikle de çeşitli peynirlere fermente edilerek korunmaktadır. Genel olarak peynirler süt enzimleri, pıhtılaştırıcılar, starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerinden kaynaklanan proteinazlar ve peptidazların aktivitesi sonucu olgunlaşma sırasında çeşitli proteolitik aktivite içeren bir sistem gösterirler (Metin, 2003).

Kazein ve serum proteinleri sütte bulunan iki ana proteindir. Kazeinler inek sütündeki toplam proteinin yaklaşık %80'ini temsil eder ve esas olarak makro moleküler komplekslerde 1000'den fazla kazein submiselinden oluşan kazein miselleri olarak bulunur. Genetik varyantlar dâhil yaklaşık 30 farklı bileşene sahiptir. Temel olarak α_s - (α_{s1} -, α_{s2} -), β - ve κ -kazeinden oluşur (El-Sayed & Awad, 2019). Kazein misellerinin %7'lik kısmını kalsiyum, magnezyum, sodyum, fosfat ve sitrat gibi maddeler oluşturur. Kalsiyum ve fosfat miktar olarak oldukça fazladır ve süt içerisinde kolloidal kalsiyum fosfat formunda bulunur. Kazein, kalsiyum fosfat ile bir kompleks oluşturur ve kalsiyum kazeinat-fosfat veya kalsiyum-fosfokazeinat olarak adlandırılır. Bu sebeple kazein bir fosfoprotein olarak nitelendirilmektedir (Metin, 2003).

Toplam süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini oluşturan serum proteinleri ise hem besleyici hem de fonksiyonel proteinlerin kaynağıdır (El-Sayed & Awad, 2019). Peynir üretimi sırasında serum proteinleri peynir suyu ile birlikte ayrıldıkları için “peynir altı suyu proteinleri” olarak da bilinmektedir (Üçüncü, 2005). Ana serum protein bileşenleri olan α -laktalbumin ve β -laktoglobulin, büyükbaş hayvan sütündeki toplam serum proteinlerinin %70-80'ini oluşturur. Diğer küçük bileşenler arasında serum albümini, immünoglobulinler (çoğunlukla G tipi), proteoz-peptonlar, laktoferrin, laktoperoksidaz ve birçok enzim bulunur (El-Sayed & Awad, 2019). β -Lg' nin A, B, C, D, E, F, G ve Dr olmak üzere 8 genetik çeşidi, immünoglobulinlerin ise IgM, IgA, IgE ve IgG olmak üzere 4 tipi vardır (Marth & Steele, 2001).

Süt proteinleri esansiyel amino asitlerin kaynağı olması yanı sıra farklı sağlık yararları olan biyolojik olarak aktif peptitlerin önemli bir kaynağıdır (Abdel-Hamid et al., 2017). Ayrıca nihai üründe de lezzet ve doku geliştirilmesine katkıda bulunmaktadırlar (da Silva et al., 2019).

Süt Na, K, Ca, Mg, Cl ve fosfat gibi temel mineral maddeleri ve çok sayıda iz elementi bulundurmaktadır (Gürsoy, 2019). Bunun yanında A, C, D ve B vitaminlerini de iz miktarda içermektedir (Önür, 2015).

1.2. Sütün Fonksiyonel Özellikleri

Gıda bilimi ve beslenmeyle ilgili araştırmaların artmasıyla birlikte gıdaların sadece vücut için basit bir enerji kaynağı olmadığı, aynı zamanda sağlık üzerinde olası zararlı etkileri ile birlikte potansiyel faydaları da içeren belirli işlevlere ve beslenme özelliklerine sahip bileşenler sağladığı görülmüştür (Capriotti et al., 2016). Bu bağlamda sağlık ve koruyucu tıp ile yakından ilişkili olan 'fonksiyonel gıdalar' terimi ilk kez Japonya'da 1980'lerde yaşlı nüfusun sağlık koşullarını iyileştirmede diyetin etkilerini belirlemek için hükümet tarafından düzenlenen ulusal bir araştırma projesinde ortaya çıkmıştır. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğelerine olan ihtiyacı karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleri olarak tanımlanmıştır (Meira et al., 2012). Flavonoidler, fenolik asitler, vitaminler, ω_3 -yağ asitleri, glukosinolatlar aynı zamanda proteinler ve peptitler fonksiyonel bileşikler arasında yer almaktadır. Bunların son ikisi gıda biyoaktif bileşenlerinin ana gruplarından birini oluşturur ve yeni bir alan olarak ortaya çıkan, besin değerlerinin incelenmesi yani besinsel proteomik (veya nutriproteomik) alanının da bir parçasıdır (Capriotti et al., 2016).

Süt yağı, yüksek doymuş yağ asitleri içeriğinden dolayı çeşitli hastalıklarla uzun zamandır ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, son çalışmalar konjuge linoleik asit (CLA) gibi sütün sağlıklı bileşenlerine odaklanmıştır (Bergamo et al., 2003). CLA, insan diyetinde bulunan potansiyel bir antikanserojen olarak tanımlanmıştır (Belury, 2002; Parodi, 1999). Ayrıca orta zincirli yağ asitlerinin, yağ dokularında birikmek yerine, burada serum kolesterolünün azalmasını etkileyen, doğrudan enerji sağlama yetenekleri nedeniyle insan sağlığı için faydalı olabileceği bildirilmiştir (Lešić et al., 2016).

1.3. Süt Çeşitlerinin Farklılıkları

Süt dişi memeli hayvanlarda, doğumdan sonra yavrunun büyüüp gelişmesi için salgılanan besleyici beyaz bir sıvıdır. Bileşimi ve özellikleri memeliden memeliye değişiklik göstermektedir. Günümüzde bol ve ucuz olmasından dolayı çoğunlukla inek sütü tüketilmektedir (Jandal, 1996; Üçüncü, 2005).

Koyun sütünün inek sütüne göre kurumadde oranı %50 daha fazla ve proteininin %80'i kazeinden oluşmaktadır. Bu nedenle kazeinli sütler grubuna dahil edilmektedir. Peynir üretiminde kullanıldığında daha fazla pıhtılaştırıcı enzime ihtiyaç duyulmaktadır. Yağ globülleri çapının büyük, yağ oranının da yüksek olmasından dolayı peynir, yoğurt, tereyağı ve kazein üretiminde tercih edilmektedir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından diğer sütlerden farklıdır. Özellikle 8 (kaprilik asit), 10 (kaprinik asit) ve 12 (laurik asit) karbonlu yağ asidi miktarları inek sütü yağının iki katı kadardır. Tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niasin (B₃), biotin (B₇), ve C vitaminleri bakımından daha zengindir. Kurumadde ve yağ oranı fazla olduğundan inek sütüne oranla sindirimi daha güçtür (Gürsoy, 2019; Üçüncü, 2005).

İnek ve keçi sütü için protein (%3-4), yağ (%3-4) ve laktoz (%5) gibi genel bileşim değerleri benzer olsa da, sindirim özelliklerini etkileyebilecek farklılıklar vardır. İnek sütünde α_{s1} -kazein baskındır ve 12-15 g/L seviyelerinde bulunur (Farrell et al., 2004). Keçi sütünde ise genotipe bağlı olarak α_{s1} -kazein 0.9 ila 7 g/L arasında değişen oranlarda bulunmaktadır (Hodgkinson et al., 2019). Keçi sütünün α_{s1} -kazein içeriğinin düşük olması asitle pıhtılaştırmada daha yumuşak pıhtı oluşmasını sağlamaktadır (Chandan et al., 1992). Buradan yola çıkılarak daha kırılğan yapıya sahip olan pıhtının sindirim sistemi enzimleri tarafından daha etkin bir şekilde parçalanabileceği ve bu nedenle de daha kolay sindirilebilir özellikte olacağı sonucuna varılmaktadır.

Keçi sütünün kendine has ağır kokusu; kısa ve orta zincirli tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinden (kaproik, kaprilik, kaprik) kaynaklanmaktadır. Yağ globülleri küçüktür. Bu nedenle kaymak bağlaması ve yağının ayrılması zordur. Bu özellikler emilim ve metabolizma bozuklukları, kolesterol problemleri ve yetersiz beslenme bulguları sergileyen hastalarda tedavi edici niteliktedir. Sütün karoten miktarı az, A vitamini içeriği diğer süt türlerinden fazla olduğundan rengi daha beyazdır (Gürsoy, 2019; Üçüncü, 2005).

Koyun ve keçi sütünün neredeyse tamamı farklı tat, lezzet ve aromaya sahip olması (Fox & McSweeney, 2004) ve koyun sütünün kuru madde içeriğinin yüksek olması (Tekin & Güler, 2019a) nedenleriyle süt ürünleri arasında en çok göze çarpan peynirlere işlenmektedir (McSweeney, 2017).

1.4. Peynirin Sağlık Üzerine Etkileri

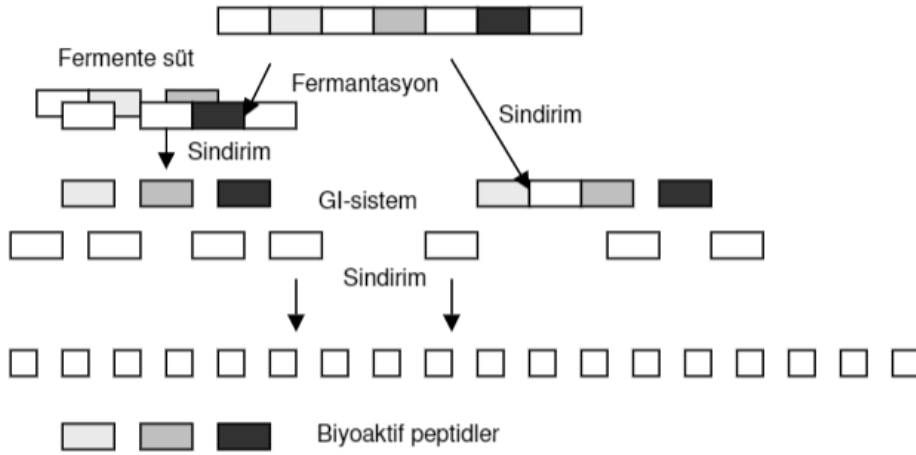
Peynir özellikle proteinler, vitaminler, mineraller ve yağ bakımından zengin bir temel besin kaynağıdır. Peynir bileşenlerinin besinsel rollerine ek olarak önemli sağlık yararları da gösterdiği artık herkesçe bilinmektedir (Walther et al., 2008). Peynirde büyük miktarlarda bulunan kalsiyumun osteoporoz (Heaney, 2000) veya diş çürüğü gibi çeşitli bozukluklar üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, kalsiyuma ek olarak, konjuge linoleik asit (CLA) gibi peynirde bulunan bazı yağ asitlerinin de antikarsinojenik ve antiaterojenik özellikler sergilediği gösterilmiştir (Lee et al., 2005; Battacharaya et al., 2006).

Peynir %4 (krem peynir) ile %40 (Parmesan peyniri) arasında değişen oranda protein içeriğine sahiptir. Proteinler, peynirin besleyici, fizikokimyasal, fonksiyonel ve duyuşal yönlerinden sorumlu başlıca bileşenlerinden biridir. Ek olarak, peynirin olgunlaşma aşaması; proteinlerin peynir mayası, sütte var olan ve çeşitli mikroorganizmalardan gelen enzimler tarafından amino asitlere ve peptitlere kademeli olarak parçalanmasını içerdiğinden, peynir proteini neredeyse %100 sindirilebilirdir. Ayrıca lizin amino asidi, Maillard reaksiyonlarının gerçekleşmemesi nedeniyle peynirde bulunan yüksek biyoyararlılığa sahip başlıca amino asitlerden biridir (Ardö et al., 2017).

Süt proteinlerinden türetilmiş peptitlerin yapısı ve miktarı; pH, kullanılan enzim tipi, peynirin tuz/nem oranı, nem içeriği, saklanma süresi ve sıcaklığı gibi proteolizi etkileyen faktörlerden etkilenmektedir (Park & Jin, 1998). Bu anlamda, farklı peynir çeşitlerinin, antihipertansif, antioksidan, opioid, antimikrobiyal, antiproliferatif ve mineral emilim modülatör etkileri gibi değişken biyoaktivitelere sahip peptitler göstermesi muhtemeldir (López-Expósito et al., 2012).

1.4.1. Biyoaktif peptitler

Biyoaktif peptitler, insanlar tarafından tüketildiğinde beslenme kaynağı olarak hareket ederek sağlık üzerinde olumlu etki sağlayan ve vücutta çok sayıda potansiyel fizyolojik fonksiyon gösteren protein kaynaklı fragmanlardır. Genellikle 2-20 amino asit kalıntısı içerip kısa zincirli bir yapıya sahiptirler. Bununla birlikte süt ve süt ürünleri kaynaklı peptitler başta olmak üzere peptitlerin çoğu birden fazla biyolojik aktivite göstermektedir (Pihlanto-Leppälä, 2000). Bu peptitler, gastrointestinal sindirim sırasında enzimatik proteoliz ile serbest bırakılır. *In vitro* olarak, gıdalardan gelen peptitler, gıda sınıfı proteolitik enzimler kullanılarak proteinlerin hidrolizi ile salınabilir ve ayrıca gıdaların işlenmesi sırasında (pişirme, olgunlaşma ve fermantasyon), hidrolizatlarda küçük biyoaktif peptit parçaları elde edilebilir (Bhandari et al., 2020).



Şekil 1.2: Fermantasyon ve/ya gastrointestinal sindirim vasıtasıyla proteinlerden biyoaktif peptitlerin oluşumu (Gür et al., 2010; Moller et al., 2008).

Farklı süt tiplerinden üretilen biyoaktif peptitlerin çoğu α_{s1} -kazeinden, devamında β -kazein ve α_{s2} -kazein, son olarak κ -kazeinden türetilir (da Silva et al., 2019).

Peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında farklı kökenlerden gelen proteinazlar, kazeinleri (α_{s1} -, α_{s2} - β ve κ) parçalayarak farklı boyutlarda peptitleri serbest bırakır (Meira, Daroit, et al., 2012a). Özellikle olgunlaşma aşamasında meydana gelen ikincil proteoliz, diğer biyoaktif peptitlerin oluşmasına neden olabilmektedir (Fitzgerald & Meisel, 2000). Bu peptitler serbest bırakıldıktan sonra gastrointestinal sistemde epitel membranlardan absorbe

edilir ve buradan da kan akışı yoluyla hedef organlara ulaşarak biyolojik etkilerini gösterirler (Korhonen & Pihlanto, 2003).

Çizelge 1.2: Süt ürünlerinde belirlenen biyoaktif peptitler ve gözlenen biyoaktivite özellikleri (Meira, Helfer, et al., 2012).

Biyoaktif peptit	Öncü Protein	Biyoaktivite
Kasomorfinler	α -, β -kazein	Opioid Etki
α -laktorfin	α -laktoalbumin	Opioid Etki
β -laktorfin	β -laktoglobulin	Opioid Etki
laktoferoksinler	Laktoferrin	Opioid Etki
Kasokinler	κ -kazein	Opioid Etki
Kasokininler	α -, β -kazein	ACE -inhibitörü
Imminopeptitler	α -, β -kazein	İmmunomodülatör
Laktoferrisinler	Laktoferrin	Antimikrobiyal
Kasoplatelinler	κ -kazein, transferin	Antitrombotik
Fosfopeptitler	α -, β -kazein	Mineral bağlayıcı

Kısa zincirli peptitlerin (Di- ve tripeptitler gibi) sindirim enzimleri tarafından ileri derecede bir hidrolize uğramadan bağırsakta kolaylıkla absorbe edildiği ve hedef dokuya ulaştığı belirtilmiştir (Meisel & Bockelmann, 1999; Shah, 2000).

Biyoaktif peptitlerin biyoyararlılıkları,

- ✓ Peptit boyutu ve moleküler ağırlığı, aminoasit dizilimi, peptit yükü, hidroliz derecesi, hidrofobik özellik, diğer gıda bileşiklerinin varlığı gibi protein yapısı ve bileşim özelliklerinden,
- ✓ Kapsülleme ve ağız yoluyla dağıtım sistemleri gibi teknolojik özellikler ve gen-diyet etkileşimlerinden,

Bağırsak mikrobiyotası, diyet, gastrik boşluk oranı gibi bireye özgü özelliklerinden etkilenmektedir (Ay & Şanlı, 2018).

1.4.1.1. Antioksidan peptitler

Antioksidanlar, okside olabilen bileşiklerin oksidasyonunu önleyerek vücutta oluşabilecek hastalık riskini azaltan bileşenler olarak tanımlanmaktadır (Doğan & Meral, 2006). Proteinlerin antioksidan aktivitesi enzimatik hidroliz ile oluşan biyoaktif peptitler ve bu peptitlerin yapılarındaki amino asitlerden kaynaklanmaktadır. Örnek verilecek olursa sistein, histidin, triptofan, lizin, arginin, lösin, valin ve β -hidroksi triptofan gibi bazı amino asitler ve bunların türevleri sayılabilir (Xie et al., 2008). Fonksiyonel amino asitlerin yanısıra

sekans diziliminde biyoaktivite için önemli olduğu görülmüştür. Peptitlerin serbest radikalleri bağlayarak ve metal iyonları ile şelat oluşturarak bu aktiviteyi gösterdiği saptanmıştır. Arcan ve Yemenicioğlu (2007) yaptıkları çalışmada linoleik asitin oksidasyonunu engellemede N-terminalinde prolin amino asiti bulunduran peptitlerin daha etkili olduğunu, N-terminalin de histidin olan peptitlerin ise daha fazla metal şelatlama yeteneğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Peptitlerin hidrofobik özellikleri ile antioksidan aktiviteleri arasında doğru bir orantı olduğu da yapılan çalışmalarda görülmüştür (Gürkan. 2019). Bunun yanında peptitlerin katyonik karakterleri de antioksidan aktiviteyi etkilemektedir; pozitif yüklü peptit grupları geçiş metallerini elektrostatik itme kuvveti ile lipit damlacıklarından uzaklaştırmak suretiyle lipit oksidasyonunun inhibisyonuna yardım etmektedir (Chen et al., 1998).

Antioksidan aktivite gösteren peptitlerin düşük molekül ağırlığına sahip olduğu ve sindirim sisteminde kolay absorbe olabildiği görülmüştür (Xie et al., 2008). Peng ve diğ. (2009) peynir altı suyundan alkalaz enzimi ile hidrolizat elde etmiş ve bu hidrolizatların antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda düşük molekül ağırlıklı peptitlerin daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

1.4.1.2. Antihipertansif peptitler

Arteriyel hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık gelişimi için çok önemli bir risk faktörüdür (Unger, 2002). Hipertansiyon gelişimi genetik eğilim, yaşlanma, fazla kilo, yaşam tarzı ve beslenme gibi birçok faktörden etkilenir (Groziak & Miller, 2000). İnsan sağlığı için beslenmenin önemi uzun süredir genel olarak kabul edilmektedir. Son bulgular diyetin sadece sağlık sorunlarına neden olabileceğini değil, aynı zamanda bunları önleyebileceğini ve hatta hastalık riskini azaltabileceğini doğrulamıştır (Das, 2001; Groziak & Miller, 2000). Sütün fermantasyonu, besinlerin biyoyararlanımının iyileştirilmesi ve biyolojik işlevi olan maddelerin üretimi yoluyla sütün besin değerini artırır (Korhonen & Pihlanto, 2006; Takano, 2002). Biyoaktif peptitler, sağlığı geliştiren bu maddelerin bir türüdür. Bunlar arasında, anjiyotensin I dönüştürücü enzim (ACE) inhibe edici peptitlerin kan basıncını düşürdüğü gösterilmiştir (Murray & FitzGerald, 2007; Pihlanto et al., 2010b) 1898'de Tigerstedt ve Bergmann tarafından renin'in ilk tanımlanmasından bu yana (Marks & Maxwell, 1979) renin-anjiyotensin sistemi (RAS) kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Anjiyotensinojen karaciğer lobüllerinde (Guo et al., 2001) ve beyaz yağ dokularında sentezlenen ortalama %13-14 oranında karbonhidrat, 452 amino asit kalıntısı barındıran bir glikoproteindir. Renin ise böbreklerde preprohormon olarak sentezlenen glikoproteolitik bir enzimdir (Barrett et al., 2016; Çiçek et al., 2019; Paul et al., 2006; Rosendorff, 1996). Anjiyotensinojen karaciğerde renin enzimi tarafından dekapeptit olan Anjiyotensin I'e, sonrasında Anjiyotensin dönüştürücü enzimi (ACE) ile biyolojik olarak aktif bir oktapeptit olan Anjiyotensin II'ye dönüştürülür (Jaspard et al., 1992; Lavoie & Sigmund, 2003). Bu dönüşümde Anjiyotensin I'in C terminal ucundan histidin ve lösin aminoasitleri koparılır (Matar et al., 2003). İşlemi gerçekleştiren ACE, çinko proteaz sınıfındadır ve aktivasyonu için çinko ile klorüre ihtiyaç duyar (Dubay et al., 1993). Anjiyotensin II'nin vücutta düzenleyici rollerinin yanında hipertansiyon, atheroskleroz, tromboz ve inflamasyon gibi olumsuz sonuçlara yol açtığı bildirilmektedir (Higuchi et al., 2007).

Antihipertansif peptitler anjiyotensin I-dönüştürücü enzimi (ACE) inaktive ederek etkinlik gösterirler ve ilk olarak yılan zehrinden elde edilmiştir. Sonrasında ise kazein, jelatin ve mısır gibi gıda ve gıda bileşenlerinden elde edilen enzimatik hidrolizatlarda görülmüştür (López-Fandiño et al., 2006; Pihlanto et al., 2010a; Pihlanto-Leppälä, 2000). Farklı ACE-inhibitörü peptitlerin ortak yapısal özelliği, substratın C-terminal ucundaki tripeptit sekansından etkilenmesidir (Ondetti & Cushman, 1982) ve çalışmalar N-terminal yapısının ACE-inhibitör aktivitesi üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermiştir (López-Fandiño et al., 2006). Pek çok ACE-inhibitörü peptidin karboksil ucunda bir prolin amino asidi içerdiği ve kısa zincirli olduğu görülmüştür (Vermeirssen et al., 2020). Ayrıca bu peptitler C-terminal pozisyonunda genellikle aromatik amino asit (Triptofan, fenilalanin ve tirozin) bulundurmaktadır. Bu amino asitler ACE'nin aktif bölgelerine bağlanmaya daha eğilimlidirler. Optimum aktivite için peptidin C-terminal pozisyonunda hidrofobik grupları içermesi gerekmektedir. ACE inhibitörü hidrofobik peptitlerin büyük bir çoğunluğunun kazein kaynaklı olduğu belirtilmiştir (>%60) (Gobbetti et al., 2000; Pihlanto-Leppälä et al., 1998).

1.5. Uçucu Bileşikler

Peynirin olgunlaşması, peynirin lezzet ve doku özelliklerinin gelişmesine yol açan mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri içeren çok karmaşık bir süreçtir.

Mikrobiyolojik olgunlaşma, başlangıç hücrelerinin ölümü ve oto-lizisini, gelişigüzel bir floranın büyümesini (non-starter laktik asit bakterileri, NSLAB) ve ikincil mikroflorayı içerir. Olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar ise birincil ve ikincil biyokimyasal olaylar olarak sınıflandırılır. Birincil olaylar; kalıntı laktoz, laktat ve sitrat (glikoliz) metabolizması, lipoliz ve proteolizdir. İkincil biyokimyasal reaksiyonlar ise peynirdeki birçok uçucu lezzet bileşiğinin olduğu birincil reaksiyonları izleyen amino asit katabolizması (transaminasyon, deaminasyon, dekarboksilasyon ve çeşitli liyaz aktiviteleri), yağ asidi katabolizması ile ilgili reaksiyonlar (yağ asitlerinin β -oksidasyonu, esterifikasyon, tioester oluşumu) ve laktik asidin CO_2 ve H_2O ya da propiyonik, asetik veya butirik asitlere ve CO_2 veya H_2 'ye katabolizması reaksiyonlardır (Fox et al., 2016; Pagthinathan & Nafees, 2017).

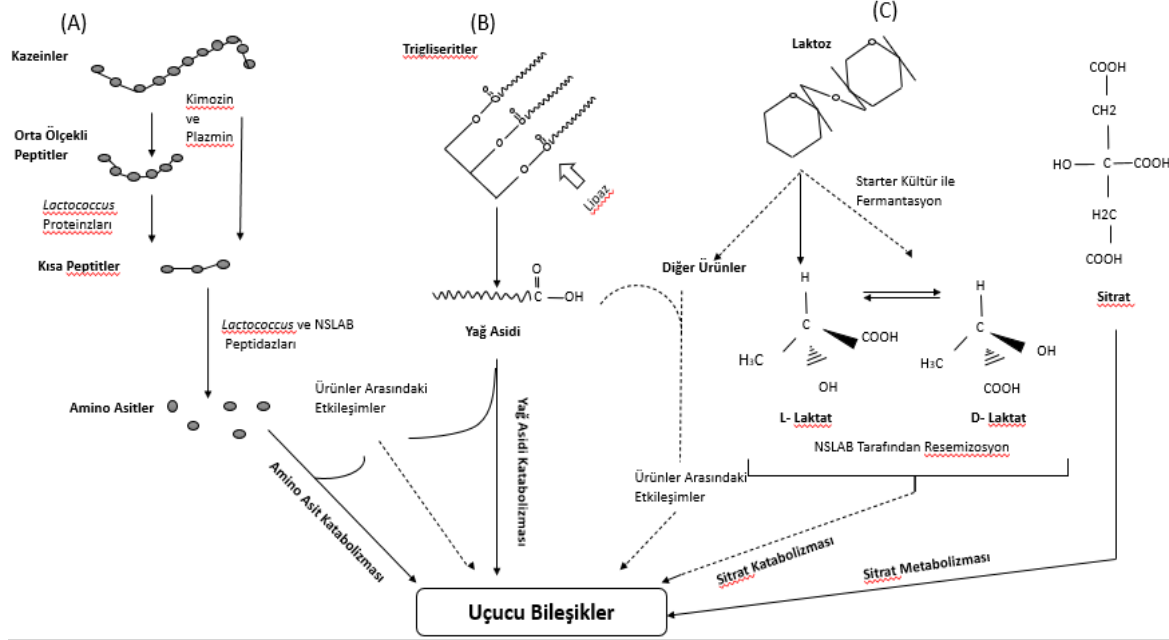
Lezzet, tat ve aromanın kombinasyonu olarak tanımlanır (Urbach, 1997) ve peynir biyokimyası ile peynir aromasının biyokimyası birbirinden ayıramamaktadır (Rehman, Banks, Brechany, et al., 2000). Peynir üretimi sırasında, kullanılan pıhtılaştırıcı enzim, kullanılan tuz miktarı, starter kültürün türü, yardımcı kültürlerin kullanımı, olgunlaşma süresi ve olgunlaşma sıcaklığı peynirin duyuşsal özelliklerini belirlemektedir (McSweeney, 2017b).

Peynir aromasında birçok uçucu bileşiğin rolü olduğu (Urbach, 1995) ve peynir aromasının bu bileşenler arasındaki dengeden meydana geldiği belirtilmiştir (McGugan, 1975; Adda, 1984). Bu bileşikler, peynirde bulunan mikroorganizmaların ve bunların enzimlerinin peynirde laktoz, lipitler ve proteinler üzerindeki etkisi sonucu ortaya çıkar. Peynirde 600 tane uçucu bileşik tanımlanmış olmasına rağmen (Maarse & Visscher, 1989) tadım sırasında algılanan kokulu moleküllerin kimliği çoğu peynir çeşidi için belirlenmeye devam etmektedir (Grappin & Beuvier, 1997; Rehman, Banks, Brechany, et al., 2000).

Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlarda (glikoliz, lipoliz ve proteoliz):

- ✓ Pıhtılaştırıcılar
- ✓ Sütten gelen enzimler (plazmin, lipoprotein lipaz gibi enzimler özellikle çiğ süt peynirlerinde katkı sağlar)
- ✓ Starter ve starter olmayan LAB ile enzimleri

- ✓ İkincil flora ile enzimler rol alır (McSweeney, 2017).



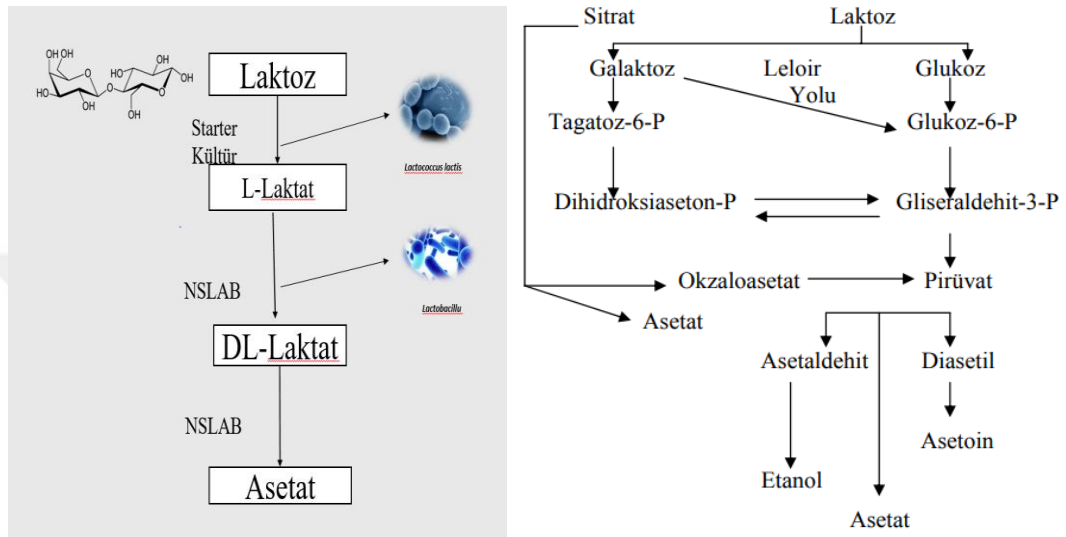
Şekil 1.3: Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar (McSweeney, 2017).

1.5.1. Glikoliz ve sitrat metabolizması

Sütte ortalama olarak %4,5 oranında bulunan laktozun (Üçüncü, 2005) büyük çoğunluğu (%96) peynir üretimi sırasında pıhtıdan peynir altı suyu ile laktoz veya laktat olarak ayrılır. Pıhtıda kalan laktoz, olgunlaştırmanın ilk aşamasında starter ve starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından laktata metabolize edilir. Reaksiyonun hızı ve derecesi pıhtının sıcaklığına ve tuz-nem oranına bağlıdır. Tuz-nem oranı arttıkça starter kültür aktivitesi zamanla azalmaktadır. Ortamda bulunan starter olmayan laktik asit bakterilerinin popülasyonuna ve O₂ varlığına bağlı olarak laktattan asetat, etanol, format ve CO₂ dahil olmak üzere aroma bileşikleri üretilebilmektedir (Fox et al., 2016; Mcsweeney et al., 2000; McSweeney, 2004; Parente & Cogan, 2004).

Pıhtıda kalan laktozun laktata metabolizmasından (Şekil 1.4) laktat dehidrojenaz (LDL) enzimi sorumludur. Reaksiyondaki enzim tipine göre glikoliz metabolik yolu ile D-laktat, L-laktat ya da D/L-laktat üretilmektedir. Fosfoketolaz glikolitik yolu sonucunda ise (*Leuconostoc* spp.) laktat, etanol ve CO₂ oluşmaktadır (McSweeney, 2004b; Pagthinathan

& Nafees, 2017). *Lactococcus* tarafından üretilen L-laktat starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından (NSLAB) reasemizasyon ile DL-laktata dönüştürülebilmektedir. Oluşan DL-laktat daha az çözünür olduğundan peynir yüzeyinde Ca-DL-laktat kristalleri olarak görülür (Collins et al., 2003; Dybing et al., 1988; Mcsweeney et al., 2000b; McSweeney, 2004b).



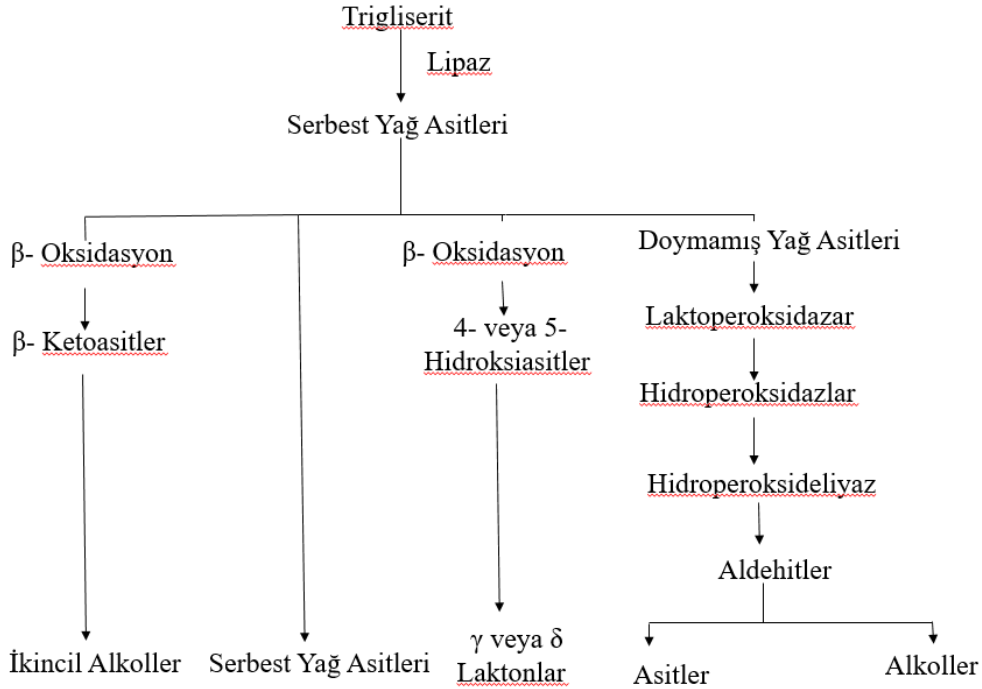
Şekil 1.4: Laktozun laktata metabolizması (McSweeney, 2004).

Sitrat, sütte nispeten daha düşük bir konsantrasyona sahiptir, çoğu çözünür fazdadır ve peynir altı suyu ile pıhtıdan uzaklaşır. Mezofilik laktobasil starter kültürlerinin varlığında sitrat; diasetil, asetoin, asetat ve 2,3-butandiol gibi peynirin aromasına katkıda bulunan belirli lezzet bileşiklerine metabolize edilmektedir (Parente & Cogan, 2004b).

1.5.2. Lipoliz

Peynir lipitleri, olgunlaşma sırasında farklı kaynaklardan gelen lipazların etkisiyle hidrolitik veya oksidatif bozunmaya uğrar (Şekil 1.5) ve yağ asitleri serbest bırakılır (Bosset & Gauch, 1993; Fox et al., 1995; McSweeney, 2004; Walstra et al., 2005). Süt yağı, birçok peynir çeşidinde aroma gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunan uçucu bileşiklerin üretimi için önemli öncüler olan kısa zincirli yağ asitleri bakımından zengindir (Alewijn et al., 2005; Collins et al., 2003). Lipoliz tüm peynir çeşitlerinde meydana gelir ancak aşırı lipoliz acılaşmaya neden olabilmektedir (Collins et al., 2003; McSweeney, 2004). Lipazlar; genellikle süt (lipoprotein lipaz, LPL), peynir mayası, starter, yardımcı starter ve starter

olmayan bakteriler, ikincil mikroorganizmalar ve eksojen lipazlardan kaynaklanmaktadır (Deeth & Fitz-Gerald, 1983; Fox & Wallace, 1997; McSweeney & Sousa, 2000).



Şekil 1.5: Trigliseritlerin aroma bileşiklerine metabolizması (McSweeney et al., 2000).

Yağ asitlerinin birçok peynir çeşidinin lezzeti üzerinde doğrudan etkisi vardır (Collins et al., 2003). Serbest yağ asitleri (FFA), özellikle kısa-orta zincirli yağ asitleri, peynirin olgunlaşması sırasında bir dizi metabolik işlem yoluyla uçucu bileşiklerinin üretimi için önemli kaynaklardır (McSweeney & Sousa, 2000; Walstra et al., 2005b). Bu bileşiklerin en önemlilerinden biri olan metil ketonlar, serbest yağ asitinin β-keto asite oksidasyonu ve bu asitin dekarboksilasyonu ile oluşmaktadır (Dimitrellou et al., 2009; McSweeney, 2004b). Metil ketonların oluşumu sıcaklık, peynirin pH'sı (pH 5-7), öncü FFA konsantrasyonu ve küfün fizyolojik durumu gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Collins et al., 2003; Walstra et al., 2005b).

Peynirde bulunan yağ asiti kaynaklı bir diğer aroma grubu olan laktonlar γ-dekalakton ve δ-dekalakton olup hidroksiasitlerden oluşturulmaktadır. Hidroksiasitler sütte bulunan lipoksijenazların ve diğer enzimlerin etkisiyle yağ asitlerinin oksidasyonu ile oluşur (Collins et al., 2003; McSweeney, 2004).

Esterler yağ asitlerinin bir alkol ile reaksiyona girmesi sonucu oluşur ve peynir aromasında etil esterler yaygın olarak bulunmaktadır (McSweeney, 2004). Yağ asitlerinin kükürt içeren amino asitlerin katabolik ürünleriyle reaksiyona girmesi sonucu ise tioester bileşikleri oluşmaktadır (Collins et al., 2003; Molimard & Spinnler, 1996).

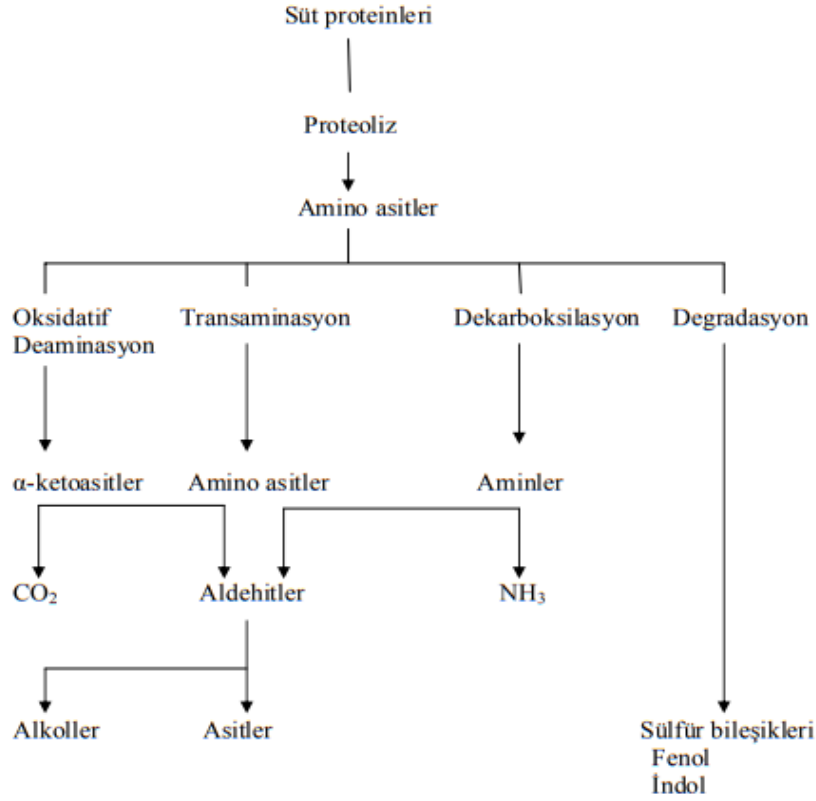
1.5.3. Proteoliz

Proteoliz, peynir olgunlaşmasındaki en karmaşık ve önemli biyokimyasal olaydır (Dimitrellou et al., 2010; Yvon & Rijnen, 2001). Özellikle doku gelişiminde hayati rol oynamaktadır (Sousa et al., 2001). Peynirde olgunlaşma sırasında para-kazein hidrolize uğrayarak peynir yapısının yumuşamasına katkıda bulunur. Pıhtının su tutma kapasitesini artırır (McSweeney, 2017) ve böylece ortamın su aktivitesi (a_w) düşer. Hidroliz sonucunda yeni amino grupları oluşur (McSweeney, 2004b; Sousa et al., 2001). Proteoliz sonucunda oluşan kısa zincirli peptitler ve amino asitler (Şekil 1.14) peynirdeki uçucu aroma bileşiklerine önemli katkıda bulunmakla beraber bileşimindeki amino asitlere bağlı olarak peynirde umami ve acı tada neden olabilmektedirler (McSweeney, 2004; McSweeney et al., 2017).

Çoğu peynir çeşidinde, kazeinlerin ilk hidrolizi pıhtılaştırıcılar tarafından gerçekleşmektedir. Katepsin D gibi somatik hücre proteinazları ve plazmin de kazeini ilk hidrolize uğratan süt kaynaklı enzimlerindendir. Kazeinin hidrolizi sonucu büyük (suda çözünmeyen) ve orta (suda çözünen) büyüklükteki peptitler serbest bırakılır. İleri derece hidroliz starter ve starter olmayan mikroorganizmalardan kaynaklı enzimler ile gerçekleşmektedir. Mikrobiyel proteinaz ve peptidazlar α_{s1} - ve β -kazeinden üretilen büyük ve orta peptitleri kısa peptitler ve amino asitlere parçalamaktadır (McSweeney, 2017, 2004b; Sousa et al., 2001). Olgunlaşma süresince oluşan peptitlerin bir kısmı biyoaktif özellik göstermektedir.

Araştırmacılar aroma gelişiminde proteolizin rolünün, katabolik reaksiyonlar için öncüler olarak hareket eden ve birçok önemli bileşiğin üretilmesiyle sonuçlanan peptit ve amino asit üretimi olduğunu belirtmiştir (McSweeney et al., 2000b; Yvon & Rijnen, 2001b). Serbest kalan aminoasitler peynirin aromasına katkıda bulunan amonyak, aminler, aldehitler, fenoller, indol ve alkoller gibi bileşiklere katabolize edilir (Akın, 2006). Amino asitlerin

katabolizması sonucu ortaya çıkan NH_3 ortamın pH'sını arttırarak peynirin tekstürel özelliklerini de dolaylı olarak etkilemektedir (McSweeney, 2017).



Şekil 1.6: Olgunlaşma süresince perrirde meydana gelen ptoreoliz (McSweeney et al., 2000).

1.5.4. Çiğ süttten üretilen peynirler

Peynir üretiminde süttün işlenmesi aşamasında uygulanan pastörizasyon işlemi, sütte bulunabilecek patojen mikroorganizmaları yok etmek amacıyla uygulanır ancak bu işlem ile birlikte olgunlaşma sırasında duyuşal karakter gelişimine katkıda bulunabilecek süttten gelen bakteri ve enzimlerin aktivitesi azalabilmektedir (McSweeney ve diğ., 2017b).

Sütlerde bulunan doğal mikrobiyota çiğ sütt peynirlerinin spesifik duyuşal özelliklerinden sorumludur (Ballesteros et al., 2006; Barron et al., 2007; Beuvier et al., 1997; Madrau et al., 2006; Ortigosa et al., 2004; Rehman, et al., 2000). Pastörize süttten (PM) yapılan peynirlerin hafif tatlara sahip olduğu ve çiğ sütt (RM) ile yapılan peynirlerin karakteristik aromasından yoksun olduğu bildirilmiştir (Buchin et al., 1999; Fernández-García et al., 2002; Ortigosa et al., 2001; Rehman, Banks, McSweeney, et al., 2000).

Pastörizasyon lipoprotein lipaz ve alkalın fosfataz gibi birçok yerli süt enzimini inaktive eder, serum proteinlerini denatüre eder ve sütün mayalanabilirliğini değiştirir (Buffa et al., 2001). Bazı araştırmacılar süt pastörizasyonunun peynir olgunlaşması sırasında proteoliz ve lipolizi azalttığını belirtmiştir (Chávarri et al., 2000; Mendia et al., 2000; Skeie & Ardö, 2000; Sousa & Malcata, 1997). Süt pastörizasyonunun peynirin uçucu bileşimi üzerindeki etkisi ve aroma özellikleriyle ilişkisi üzerine çalışmalar az sayıdadır. Genel olarak, yağ asitleri, ketonlar, aldehitler, alkoller, esterler, laktonlar veya kükürt bileşikleri gibi uçucu bileşiklerin çoğunun çiğ süttten üretilen peynirlere göre pastörize süttten üretilen peynirlerde daha düşük seviyede olduğu görölmüştür (Fernández-García et al., 2002; Klantschitsch et al., 2000; Ortigosa et al., 2001). Bazı çalışmalarda ise pastörize süttten üretilen çeşitli peynir türlerinde, keton seviyelerinin daha yüksek olduğu görölmüştür, özellikle metil ketonlar rapor edilmiştir (Buchin et al., 1998; Fernández-García et al., 2002).

1.6. Peynirde Reoloji

Reoloji rheos (akış) ve logos (bilim) kelimelerinden türetilmiş sıvılarda akış, katılarda deformasyon özelliklerini araştıran bilimdir. Ürünlerin stres altında verdiği tepkileri inceler. Gıda endüstrisinde raf ömrü, kalite kontrolü, proses dizaynı, kurulumu vb. amaçlarla ürünlerin reolojik özellikleri araştırılmaktadır (Keser, 2020).

Reolojik ölçümler bir akış ya da deformasyona dayandığından bunun için bir kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Birim alana uygulanan kuvvet (F/A) kayma gerilimi (shearing stres) olarak tanımlanmaktadır (Hayaloğlu et al., 2011).

Katılar elastisite özelliği ile tanımlanırken sıvılar akış özelliği ile tanımlanır. Viskoelastisite katıların elastik, sıvıların akış özelliğini birlikte bulundırma durumudur. Viskoelatik davranışa sahip gıda ürünleri yüksek genlikli (LAOS) ve düşük genlikli (SAOS) osilasyon testlerine tabi tutularak reolojik özellikleri incelenmektedir. Yüksek genlikli osilasyon testi (LAOS) yüksek deformasyon sırasında üründe gerçekteşecek olan değişimleri incelemek amacıyla kullanılırken (Özmen, 2019), SAOS testi üründe çok az deformasyona sebep olarak yapı-özellik ilişkilerinin belirlenmesinde ve yapısal değişimlerin incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Hayaloğlu et al., 2011).

1.7. İzmir Tulum Peyniri

Birçok peynir, hijyenik nedenlerden dolayı çiğ süt yerine pastörize süttten üretilir. Ancak çiğ süt peynirleri barındırdıkları doğal mikrobiyotadan dolayı güçlü ve eşsiz aromaya sahiptir ve dünyanın birçok yerinde popüler olarak satılmaktadır. Pastörizasyon, peynirin olgunlaşmasında rol oynayan bazı önemli enzimleri inaktive eder, bu nedenle lipoliz ve proteoliz gibi olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar çiğ süt peynirlerinde pastörize süt peynirlerinden farklıdır (Buffa et al., 2001).

Dünyanın sadece sınırlı coğrafi bölgelerinde üretilen birçok peynir çeşidi, yerel olarak büyük miktarlarda tüketilmektedir. Türkiye'de 50'den fazla peynir çeşidi bulunmaktadır ancak 3 tanesi (Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri) en popüler olanlarıdır. Tulum peynirinin 2004 yılı üretim miktarı 10.000 ton olarak gerçekleşmiş olup (TÜİK) üretimi artarak devam etmektedir (Hayaloğlu et al., 2007).

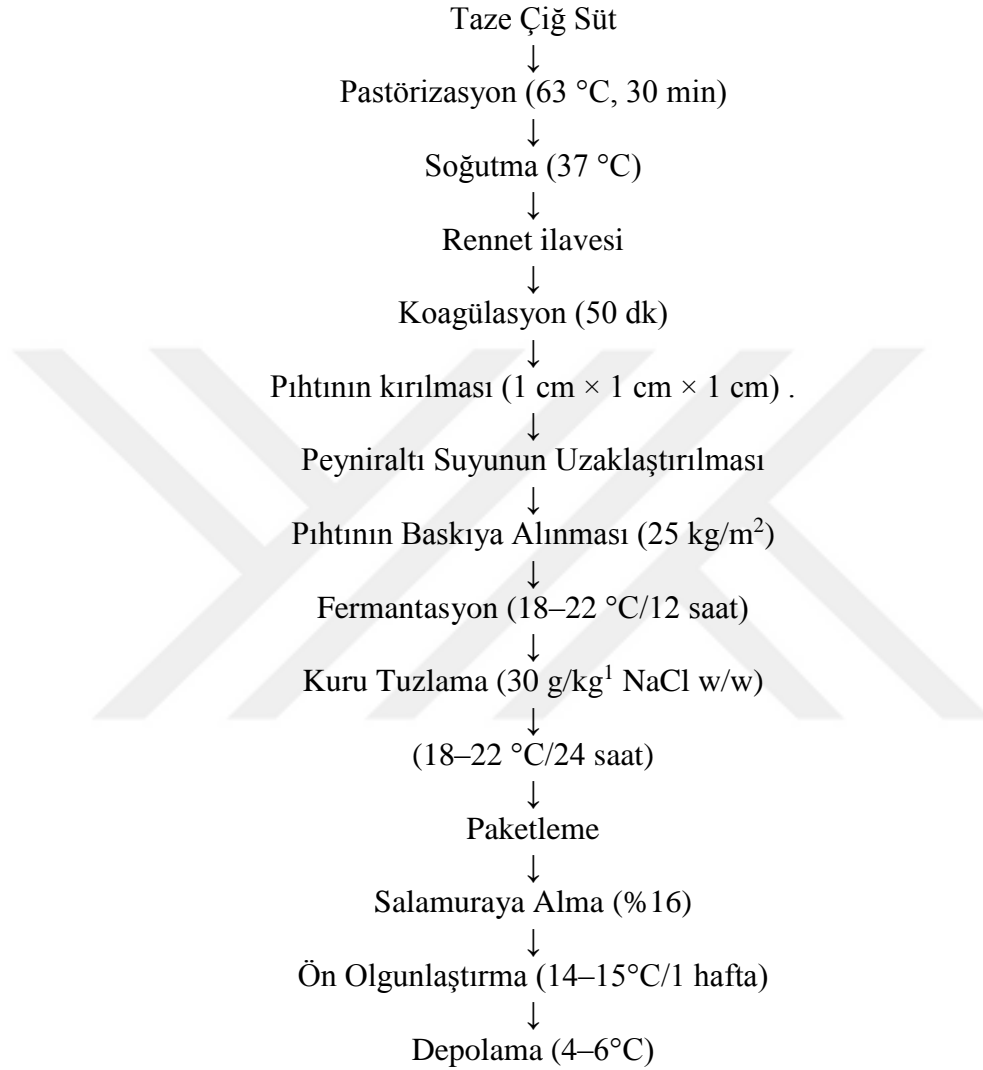
Tulum ismi, Türkçe'de "keçi veya koyun derisi çantası" anlamına gelir; peynirin ambalajı ve olgunlaştırılması için kullanılan materyal (Şekil 1.15) bu olduğundan ismi de buradan gelmektedir (Hayaloğlu et al., 2007).



Şekil 1.7: a)Peynir olgunlaştırılması için kullanılan keçi derisi b) Peynir ile doldurulmuş keçi derisi (Cakmakci et al., 2008).

Tulum peyniri beyaz veya krem renginde, ufalanan, yarı sert bir dokuya sahip, yağ ve kuru madde oranı yüksek, ağızda tereyağlı ve keskin bir lezzet bırakan karakteristik bir tada sahip olan peynir olarak tanımlanmaktadır (Kurt et al., 1991). Türk Standardları Enstitüsü'ne göre Tulum peyniri; inek sütü, koyun sütü, manda sütü, keçi sütü veya bu sütlerin karışımlarının pastörize edilmesi, pastörize süttün tekniğine uygun olarak işlenmesi, gerekli durumlarda

katkı maddelerinin ilavesi ve son ürünün olgunlaştırılması sonucu elde edilen mamül olarak tanımlanmaktadır (TSE, 2016). Çoğunlukla koyun sütünden ya da koyun sütünün diğer sütlerle olan karışımından üretilmektedir (Tekin & Güler, 2019b).



Şekil 1.8: İzmir Tulum peyniri geleneksel yöntem üretim aşamaları (Akpınar, Yerlikaya, et al., 2017; Üçüncü, 2004).

Tulum peynirinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri çiğ sütün kalitesine, üretim şartlarına ve prosedürlerine, personelin deneyimine ve saklama koşullarına bağlıdır (Bostan, 1991; Patır et al., 2000; Sert et al., 2014). Bölgelere göre farklı isimlerle anılan tulum peynirinin yaygın olarak bilinenleri Erzincan, İzmir, Selçuklu, Divle ve Çimi tulum peynirleridir (Arslaner & Bakırcı, 2016; Yaygın, 1971a). En yaygın bilinenleri İzmir Tulum ve Erzincan Şavak Tulum peynirleridir. Türkiye'nin doğusunda üretilen Erzincan Savak

Tulum Doğu Anadolu bölgesinde Savak aşireti tarafından mağaralarda en az 3 ay olgunlaştırılarak elde edilir (Hayaloğlu et al., 2007). İzmir Tulum peyniri ise, İzmir başta olmak üzere, Aydın, Manisa, Denizli ve Muğla illerinde kapsayan Ege Bölgesi'nin koyun, keçi ve inek sütünden üretilen en önemli peynir çeşitlerinden biridir. Salamurada olgunlaştırılması İzmir Tulum peynirini diğer tulum peyniri çeşitlerinden ayırmaktadır. Temel üretim basamakları Şekil 1.8'de verilmiştir (Tulukoğlu, 2019).

Bu tez çalışması kapsamında koyun ve keçi sütlerinden geleneksel yöntemle üretilen İzmir Tulum peynirlerinin protein kaynaklı endojen peptitlerinin ACE-inhibisyon ve antioksidan aktivitesi belirlenmiş, süt çeşidinin peynirin reolojik özellikleri, biyoaktif peptit ve aroma maddelerinin oluşumu ile peptit karakteristiği üzerine olası etkileri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Pappa ve diğ. (2006) koyun, keçi ve inek sütünden ürettikleri Teleme peynirlerinde üretimde kullanılan süt çeşidinin peynirin bileşim ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. En yüksek nem oranını inek peynirinde, en yüksek yağ ve verimliliği koyun peynirinde ve en yüksek protein miktarını ise keçi peynirinde gözlemlemişlerdir.

Farklı süt çeşitlerinin (inek, koyun ve keçi sütü) Tulum peyniri mikroflorası üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Güven et al., 1995), aerobik mezofilik bakteri ile laktik streptokok sayısının olgunlaşmanın ilk 30 gününde hızla arttığı sonrasında düştüğü; maya ve küf sayısının ise olgunlaşmanın ilk 30 gününde azaldığı sonrasında ise arttığı rapor edilmiştir. Süt çeşidinin 210. olgunlaştırma gününde Tulum peynirinin mikroflorasını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Nazlı ve Yıldırıcı (1995) İstanbul piyasasından temin ettikleri 50 farklı Tulum peyniri örneğinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında peynir örneklerinin kuru madde oranlarının %50,45-65,00; kuru maddede tuz oranlarının %2,17-16,00; kuru maddede yağ oranlarının 17,50-57,80; asitlik değerinin %0,73-3,35 ve pH değerlerinin 4,9-5,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ayar ve diğ. (2006) yaptıkları bir çalışmada beyaz, kaşar, tulum, küflü, çivil, lor ve örgü peynirlerini kimyasal bileşim ve mineral içerikleri bakımından karşılaştırmışlardır. Tulum peynirinin kuru madde miktarı %53,56, protein oranı %25,93, yağ oranı %23,33, tuz oranı %4,09, pH değeri 5,36 olarak; mineral kompozisyonu ise 918 mg/100g Ca, 955 mg/100g P, 40,11 mg/100g Mg, 0,71 mg/100g Fe, 670 mg/100g Na ve 0,33 mg/100g Cu olarak belirlenmiştir. Peynirlerdeki bileşimsel farklılığın nedenleri olarak kullanılan süt tipi, üretim tekniği, katkı maddeleri, depolama ve olgunlaştırma koşulları olarak belirtilmiştir. Sütteki mineral madde miktarı farklılığından ise laktasyon dönemi, yemleme ve çevre şartları gibi faktörlerin sorumlu olduğu ifade edilmiştir.

Espejo-Carpio ve diğ (2013) keçi sütü proteinlerini önce kazein ve serum proteini olarak ayırmışlar ve iki farklı (subtilisin ve tripsin) enzim kullanarak protein hidrolizatları elde etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda 2,3 kDa altındaki kazein fraksiyonlarında maksimum ACE inhibitör aktivite gözlemlemiş ve ası-kazein kaynaklı olduğu düşünülen yapısal olarak diğer ACE inhibitör aktiviteye sahip peptitlerle benzer olan Trp-Tyr dipeptidini ilk defa tanımlanmışlardır.

Correa ve diğ. (2011) koyun sütü kazeinlerini mikrobiyal (*Bacillus sp.* P7) bir proteazla muamele edip peptitlerin antioksidan, antihipertansif ve antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda hidroliz süresinin söz konusu peptitlerin aktivitesini etkilediğini belirtmişlerdir.

Meira ve diğ. (2012b) Uruguay ve Brezilya'da koyun sütünden üretilen 5 farklı peynir çeşidinin suda çözünen ekstraktlarının (SA) biyolojik aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her bir peynirin farklı biyolojik aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. SA ekstraktlarının ABTS aktivitesinin peynirdeki proteoliz ile doğrudan ilişkili olduğu, ACE inhibisyon aktivitesinin olgunlaşma süresinden bağımsız olarak bir noktaya kadar yükseldiği sonrasında düştüğü grlmştir. Ayrıca çalışmada çiğ süt kullanılarak üretilen peynirlerin daha yüksek ACE inhibitör aktiviteye sahip olduğu bununla birlikte peynir üretim tekniğinin, olgunlaştırma süresinin ve kullanılan kültürlerin aktivite üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Silva ve diğ. (2012) Brezilyanın altı farklı Kuzeydoğu kasabasından aldıkları Coalho peynirlerinin peptit profillerini, antioksidan, çinko bağlama ve antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. MALDI-ToF-MS analizinde peptit ağırlıklarının 800-3500 Da arasında değiştiğini, ABTS antioksidan aktivite değerinin maksimum 22,23 µM, minimum 18,96 µM troloks eşdeğeri olduğunu ve peptit miktarı arttika antioksidan aktivite değerinin de arttığını bildirmişlerdir. SA ekstraktlarının çinko bağlama kapasitelerinin 75.47% ile 61.78% değerleri arasında olduğunu ve peynir ekstraktlarının *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

Barron ve diğ. (2007) iğ ve pastörize koyun sütünden üretilmiş Idiazabal peynirlerinin aroma ve duyuasal özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda çiğ sütten sretilen peynirlerin aroma maddelerinde bulunan ester miktarının pastörize sütten üretilen peynirin aromasında bulunan ester miktarından fazla olduğunu belirtmiştir. Çiğ sütten üretilen peynirlerinin temel aroma bileşenlerinin asit karakterdeki uçucular oluştururken pastörize sütten üretilen peynirler olgunlaşmanın ilk 90 gününde temel uçucu bileşenler metil ketonlar, sonrasında ise asit karakterdeki uçucu bileşenlerin olduğu belirlenmiştir. Bu durumun çiğ sütten üretilen peynirlerde aroma gelişiminin pastörize sütten üretilen peynirlere göre daha hızlı olduğundan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Sütün pastörizasyonunun ve pastörizasyon sıcaklığının Malatya peynirinde aroma oluşumu üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Hayaloğlu & Brechany, 2007) çiğ süt ile yapılan peynirlerde, pastörize süttten yapılan peynirlere göre daha yüksek seviyelerde asit, ester ve lakton; daha düşük seviyelerde ise aldehit ve kükürt bileşikleri içerdiği belirlenmiştir.

Çiğ ve pastörize koyun sütünden üretilen peynirlerin 180 gün olgunlaştırılarak incelendiği çalışmada (Mendia et al., 2000), pastörize süttten üretilen peynirlerde suda çözünen azot ve protein olmayan azot miktarlarının yüksek; toplam serbest amino asit miktarının düşük olduğu görülmüştür. Serin ve asparajin aminoasitleri en fazla miktarda pastörize süttten üretilen peynirlerde görülmüştür.

Ordóñez ve diğ. (1999) Idiazábal peynirinin olgunlaştırma sürecinde çiğ ve pastörize süttten üretilen peynirleri incelemiş ve serbest amino asit miktarının pastörize süttten üretilen peynirlerde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Serin ve asparajin amino asit miktarları pastörize süt peynirinde düşük bulunmuş bununla birlikte aspartik asit ve glisin amino asitlerinin de pastörizasyon ile azaldığı bildirilmiştir.

Sousa ve Malcata (1997) bitkisel rennet kullanarak inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği peynirlerin 68 günlük olgunlaştırma periyodu boyunca serbest yağ asidi profillerini karşılaştırmışlardır. Olgunlaşma süresince uzun zincirli doymuş (palmitik, stearik) ve doymamış (oleik, linoleik, linolenik) yağ asidi miktarının daha fazla olduğunu; inek sütünden üretilen peynir örneklerinde oleik ve palmitik asit oranlarının; koyun sütünden üretilen örneklerde kaprilik, kaprik, stearik asit oranlarının daha yüksek seviyede olduğunu gözlemişlerdir.

Sert ve diğ. (2014) çiğ ve pastörize keçi sütünden ürettikleri tulum peynirlerinde olgunlaştırma boyunca meydana gelen lipolizi takip etmişlerdir. Palmitik, oleik (cis-9) ve stearik yağ asitlerini tulum peynirinin major yağ asitleri olarak tanımlanmışlardır. Kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitleri miktarı olgunlaştırma boyunca artış göstermiştir ve çiğ keçi sütünden üretilen peynirlerde daha fazla miktarda bulunmuştur. Çiğ süttten üretilen peynirlerde olgunlaşma daha hızlı gerçekleşmiş ve panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir.

Buffa ve diğ. (2001) yaptıkları bir çalışmada çiğ, pastörize (72 °C, 15 s) ve yüksek basınç uygulamasına (500 MPa, 15 min, 201 °C) tabi tutulmuş keçi sütlerinden üretilen peynirlerin

lipoliz seviyelerindeki farklılıkları olgunlaştırma süresince incelemiştir. Buna göre olgunlaştırma süresince peynirlerin serbest yağ asidi profilleri incelenmiş ve tüm peynirlerde toplam serbest yağ asidi miktarının olgunlaşma boyunca arttığı görülmüştür. Çiğ ve yüksek basınç uygulamasına tabi tutulan sütlerden üretilen peynirlerde lipoliz seviyesinin aynı olduğu ısı işlem uygulanan süttten üretilen peynirde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda süt lipazının yüksek basınca dirençli ancak ısıya duyarlı olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Domingos-Lopes ve diğ. (2017) çiğ inek sütü ile üretilen Pico peyniri) izole edilmiş LAB suşlarının diasetil ve ekzopolisakkarit ürettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çiğ süt peyniri olan Lighvan peynirinden izole edilen *Lactococcus lactis* suşlarının antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu (Attar et al., 2018a, 2018b) ve çiğ koyun sütünden üretilen peynirden izole edilmiş laktik asit bakteri suşlarının mide, pankreas suyu ve safra tuzuna karşı dirençli olduğu bildirilmiştir (Meira, Helfer, et al., 2012).

Addis ve diğ. (2018) süttün yağ ve protein oranındaki standardizasyonun Romano peynirinin reolojik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları bir çalışmada yağ-protein oranının peynirin elastikiyetinde herhangi bir etkiye sahip olmadığını ancak diğer tekstürel ve yapısal özellikleri etkilediğini göstermişlerdir.

Hailu (2018), deve sütünden üretilmiş yumuşak salamura peynirinde tuz konsantrasyonun ve rennet miktarının peynirin reolojik, duyuusal ve aromatik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Artan tuz ve rennet miktarının peynirin proteoliz derecesini, reolojik özelliklerini ve olgunlaştırma süresince oluşan aroma bileşeni miktarını etkilediği görülmüştür.

Olgunlaştırma sıcaklığının çiğ ve pastörize sütlerden üretilmiş Cheddar peyniri üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Rehman et al., 2000) en yüksek aroma maddesi miktarının çiğ süttten üretilen ve 8 °C'de depolanan peynirde, en düşük miktarın ise pastörize süttten üretilip 1 °C'de depolanan peynirde görüldüğü bildirilmiştir.

Akpınar ve diğ. (2017) 21 tanesi inek sütünden 16 tanesi karışık (inek, koyun ve keçi) süttten üretilmiş İzmir Tulum peynirlerinin bileşimsel değerlerini ve aroma profillerini belirlemeye çalışmışlardır. Hekzanoik, oktanoik ve dekanoik yağ asitleri Tulum peyniri örneklerinde en çok bulunan serbest yağ asitleri olmuştur ve bu yağ asitlerinin peynirin hissedilen tat ve kokusunu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Keton grubu aroma bileşiklerinden 2-nonanone

inek sütünen üretilmiş peynirlerde, asetoın karışık sütten üretilmiş peynirlerde daha fazla miktarda bulunmuştur. Karışık sütten üretilmiş peynirlerin toplam aldehit içeriği özellikle 2,3-btanediol miktarı (inek sütü 1,02; karışık süt 6,89) daha yüksek bulunmuştur.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada İzmir Tulum peyniri, koyun ve keçi sütünün bol olduğu Mayıs ayında Kırıkkaya Süt ve Süt Ür. Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'nde (Tire, İzmir) üretilerek Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Pilot işletmesine alınarak olgunlaşmaya bırakılmıştır. Analiz günlerinde örnekler, soğuk zincirde 24 saat içerisinde İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarına ulaştırılmıştır.

3.1.1. Peynir mayası

Peynir üretiminde 1/50.000 maya kuvvetine sahip Maxiren® (Peyma Hansen, İstanbul) buzağı renneti (şirden) kullanılmıştır.

3.1.2. Tuz ve salamura

Peynirlerin kuru tuzlamasında ve salamura hazırlanmasında kaya tuzu kullanılmıştır.

3.1.3. Ambalaj materyali

Çalışmamızda üretilen İzmir Tulum peynirleri 4,5 kg'lık lake teneke kutularda saklanmıştır.

3.1.4. Kullanılan kimyasallar

Çalışmada kullanılan kimyasalların çoğu Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Farklı firmalardan temin edilen kimyasallar parantez içerisinde belirtilmiştir.

Tez çalışması kapsamında yürütülen analizlerde; etil alkol, metil alkol amil alkol, asetonitril, hidroklorik asit, sülfürik asit, borik asit, asetik asit, trikloroasetik asit (TCA), trifloroasetik asit (TFA), sodyum hidroksit, potasyum hidroksit, kadmiyum klorür, ninhidrin, ABTS (2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate)), 6-hydroxy-2,5,7,8 Tetramethyl Chroman 2- carboxylic acid (Trolox), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Hippuryl-histidyl-leucine (HHL), sodyum klorür (NaCl), sodyum fosfat, hippürik asit, ACE (Angiotensin Converting Enzyme), 2-metil-3-heptanon, etil heptanoat, 2-metil pentanoik asit, tris (hydroxymethyl) aminomethane, üre, glycine, 2-mercaptoethanol, bromophenol blue G250, amonyum persülfat, Coomassie Brilliant Blue, N,N,N',N'-metilen bisakrilamid, N,N,N',N'-

tetramethylethylene diamine (TEMED), lösin (Leu) amio asit standardı ve Na-kazeinat kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. İzmir Tulum peyniri üretimi

Peynir üretiminde kullanılacak koyun ve keçi sütlerinin gerekli analizleri yapıldıktan sonra ayrı ayrı işlenmek üzere sisteme verilmiştir. İlk olarak 58-60 °C sıcaklıkta 1 dakika süreyle ısıtılma (termizasyon) tabii tutulmuş ve hızla 37 °C'ye soğutulmuştur. Sütlere pıhtılaştırıcı enzim (buzağı renneti, şirden; Peyma-Hansen, İstanbul) ilave edilerek 45 dakika pıhtılaşmaya bırakılmıştır. Süre sonunda pıhtı 1 cm × 1 cm × 1 cm boyutlarında kesilmiş, baskıya alınarak peyniraltı suyunun uzaklaşması sağlanmıştır. Teleme 80 cm x 20 cm (uzunluk-en) boyutlarındaki kalıplara alınmış yüzeyine kuru tuzlama yapılmış ve kalıplar birer saat aralıklar ile ters düz edilmiştir. Sonrasında 18-20 °C'de pH 4,9'a ulaşınca kadar olgunlaştırılmış ve 20 cm x 10 cm boyutlarında kesilip tenekelere alınmıştır. Üzerine 14 bomelik dolum salamurası ilave edilmiş ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt İşletmesi soğuk hava deposuna (4 °C) alınarak 6 ay olgunlaşmaya bırakılmıştır. Analiz günlerinde tenekeler açılıp peynirler vakum altında ambalajlanmış ve analizler için örnekler alınmıştır.

3.2.2. Peynir analizleri

Peynir örnekleri olgunlaşmanın 1, 30, 60, 90 ve 150. günlerinde aşağıda verilen analizlere tabii tutulmuştur.

3.2.2.1. Bileşim analizleri

Tulum peynirlerinde kuru madde (%), yağ (%), toplam protein (%), tuz (%), pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit) miktarları Hayaloğlu ve diğ. (2005) önerdiği metotlara göre belirlenmiştir.

3.2.2.2. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması

a) pH 4,6'da çözünen azot miktarı

Rendelenen peynir örnekleri hacminin iki katı kadar saf su ile Ultra Turrax blenderden (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK; 10000 x rpm, 2 dk) geçirilmiştir. Karışım pH'sı 1 N

HCl ile 4,6'ya ayarlanarak 40 °C çalkalamalı su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Devamında 30 dakika (4 °C, 4290 rpm) santrifüj (Universal 320 R, Hettich, Germany) edilen örnek çözeltileri filtre kağıdı kullanılarak (Whatman no. 113) süzdürülmüştür. Filtrattan 10 mL alınarak mikro-Kjeldahl yöntemi ile pH 4,6'da çözünen azot miktarı tayin edilmiş ve sonuçlar aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir (IDF, 1993).

$$\% \text{ pH 4,6'da çözünen azot } \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{[1,4 \times (V_1 - V_0) \times M \times F]}{m} \quad (3.1)$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, mL

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, mL

M : HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin molaritesi, M

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : Örnek miktarı, g

b) %12'lik Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot miktarı

%12'lik TCA'da çözünen azot miktarı tayini için pH 4,6'da çözünen azot ekstraktından 25 mL alınarak üzerine aynı hacimde %24'lük derişimde hazırlanan TCA çözeltisi eklenmiştir. Karışım karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 2 saat bekletilerek Macherey Nagel (ϕ 110 mm) beyaz bant filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 25 mL alınarak mikro-Kjeldahl yöntemi ile (IDF, 1993) örneklerin TCA'da çözünen azot içeriği saptanmıştır (Polychroniadou vd., 1999). Hesaplamalar aşağıda verilmiş olan eşitliğe göre yapılmıştır.

$$\%12 \text{ TCA'da çözünen azot } \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{[1,4 \times (V_1 - V_0) \times M \times F]}{m} \quad (3.2)$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, mL

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, mL

M : HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin molaritesi, M

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : Örnek miktarı, g

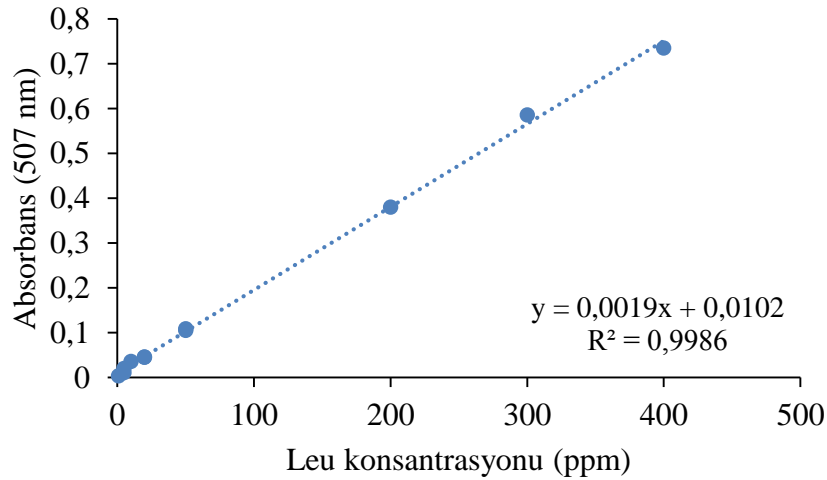
Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi %12'lik TCA'da çözünen azot miktarının toplam azot miktarına oranlanması ile belirlenmiştir.

$$\text{Olgunlaşma derecesi} = \frac{\%12 \text{ TCA'da çözünen azot}}{\% \text{ Toplam azot}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.2.3. Toplam serbest amino asit miktarı

Peynirlerin toplam serbest amino asit miktarları Hayaloğlu (2007)'nin önerdiği şekilde spektrofotometrik metoda göre gerçekleştirilmiştir. 1 g CdCl₂, 1 mL saf suda çözdürülerek 0,8 g ninhidrin, 80 mL ethanol ve 10 mL asetik asit içeren çözelti ile karıştırılmıştır. Karışım günlük hazırlanarak analiz süresince karanlıkta bekletilmiştir.

pH 4,6'da çözünen azot miktarının tayininde hazırlanan ekstraktan 50 µL (alınacak ekstrakt miktarı beklenen amino asit miktarına göre belirlenir) alınarak son hacim saf su ile 1 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanmış olan Cd-ninhidrin reaktifinden 2 mL örnek çözeltisine eklenmiş ve 84 °C'de 5 dakika tutulmuştur. Devamında örnekler hızlıca soğutulmuş ve 507 nm'deki absorbansları UV-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan) okunmuştur. Sonuçlar lösin standardına göre hazırlanmış kalibrasyon eğrisi (Şekil 3.1) üzerinden hesaplanarak mg Leu/g peynir olarak verilmiştir.



Şekil 3.1: Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri.

3.2.2.4. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit profillerinin belirlenmesi

pH 4,6'da çözünen azot fraksiyonlarının peptit profil analizleri RP-HPLC metodu ile Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. Analizde 250 × 4,6 mm × 5 µm, 300 Å gözenek boyutlu Jupiter C18 kolon (Phenomenex Co, Torrance, CA, USA) kullanılmıştır.

Hareketli fazlar: A; Hacimce %0,1 trifloroasetik asit (TFA, Sigma, St Louis, USA) içeren HPLC saflığında deiyonize su (Milli-Q system, Waters Corp., Molshem,France) çözeltisi, B; hacimce %0,1 TFA içeren asetonitril (Fluka \geq 99,5, Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs, USA) çözeltisi hazırlanmıştır. Cihazın akış hızı 0,75 mL/dk olarak belirlenmiştir.

Dondurarak kurutulmuş pH 4,6'da çözünen fraksiyonlardan 10 mg alınarak 1 mL (A) solventinde çözdürülmüş ve selüloz asetat filtreden (0,45 μ m, Sterlitech Corp. WA, USA) geçirilerek HPLC analiz viallerine alınmıştır. Enjeksiyon hacmi 60 μ L olark belirlenmiştir. Mobil fazların akış programı Çizelge 3.1'de verildiği gibidir. Peptit profillerinin değerlendirilmesi 214 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

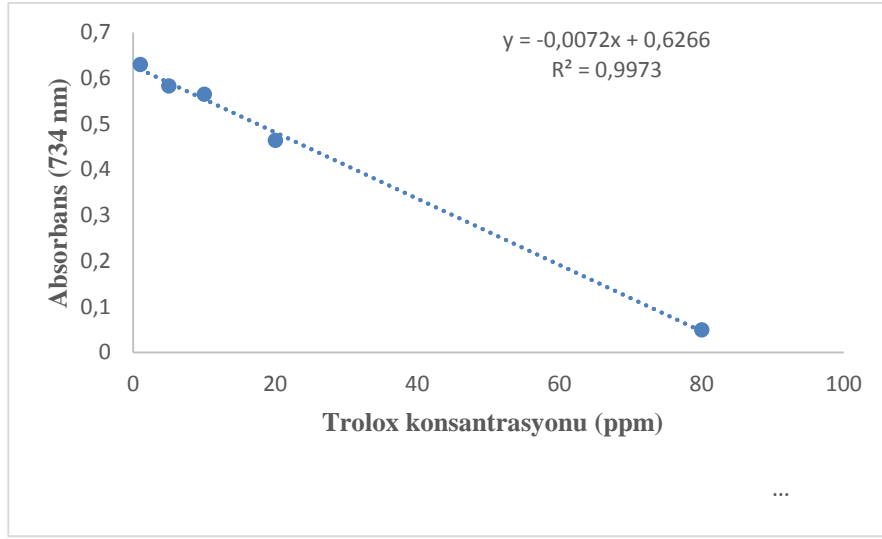
Çizelge 3.1: RP-HPLC prptit profili analizinde (A) ve (B) solventlerinin zamana bağlı kolondan geçiş oranları.

Süre (dk)	A çözeltisi (%)	B çözeltisi (%)
0	0	0
5	100	0
60	80	30
75	50	50
80	40	60
85	5	95
90	5	95
95	100	0
105	100	0

3.2.2.5. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

a) 2,2 -Azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS))

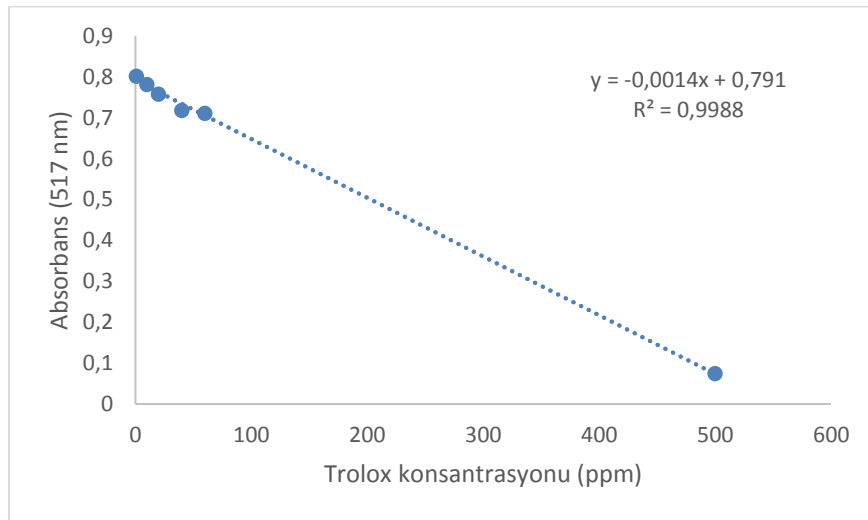
Analizde ilk olarak 2,45 mM potasyum persülfat kullanmak şartıyla 7 mM 2,2- azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) çözeltisi hazırlanarak 16 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda çözeltinin 734 nm'deki absorbansı $0,70 \pm 0,02$ olacak şekilde etil alkol ile ayarlanmıştır. 1 mL saf suda çözdürülmek üzere, dondurarak kurutulmuş pH 4,6'da çözünen fraksiyonlardan 15 mg tartılarak örnek çözelti hazırlanmıştır. 10 dk karanlıkta bekletilmek üzere; hazırlanan örnek çözeltilerden 100 μ L, ABTS çözeltisinden 24 μ L karıştırılmıştır. Etil alkol kör olarak kullanılarak örnek çözeltilerinin 734 nm'deki absorbans değerleri UV-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan) okunmuştur. Sonuçlar 6-hydroxy-2,5,7,8 Tetramethyl Chroman 2- carboxylic acid (Trolox) standardına göre çizilmiş kalibrasyon eğrisine göre (Şekil 3.2) hesaplanmış ve mg Trolox eşdeğeri/g örnek cinsinden ifade edilmiştir (Xu ve diğ., 2010).



Şekil 3.2: Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (734 nm).

b) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

DPPH çözeltisi günlük olarak 2,5 mg DPPH 100 mL etanolde çözdürülerek hazırlanmıştır. 1 mL saf suda çözdürülmek üzere dondurarak kurutulmuş pH 4,6'da çözünen fraksiyonlardan 15 mg tartılmıştır. 45 dakika karanlıkta bekletilen örnek çözeltisinden 100 µL alınarak 3,9 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Metanol kör olarak kullanılmış ve örneklerin 517 nm'deki absorbansları UV-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan) okunmuştur. Örneklerin antioksidan aktivite kapasiteleri 6-hydroxy-2,5,7,8 tetramethyl chroman 2- carboxylic acid (Trolox) standardına göre çizilmiş kalibrasyon eğrisine (Şekil 3.3) göre hesaplanmış ve mg Trolox eşdeğeri/g örnek cinsinden ifade edilmiştir (Lucena et al., 2010).



Şekil 3.3: Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (517 nm).

3.2.2.6. Anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitor aktivitesi

Analiz yönteminin temeli ACE'nin substratı olan Hippuryl-histidyl-leucine'in (HHL, Sigma-Aldrich) ACE tarafından hippurik asite dönüştürülmesi ve oluşan hüppirik asit miktarının tayinine dayanmaktadır. Analiz Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) sistemi ve RP-HPLC metodu kullanılarak yapılmıştır (Rawendra et al., 2013).

Analiz çözeltileri;

- ✓ 1M HCl çözeltisi,
- ✓ 400 mM NaCl içeren 0,1 M sodyum fosfat tamponu (pH 8,9),
- ✓ 5 mM HHL (tampon çözeltisinde),
- ✓ Hippürük asit standart çözeltisi,
- ✓ 100 mUN ve 200 mUN ACE.

Kör Hazırlığı: 25 µL sodyum fosfat tamponu, 25 µL HHL, 100 µL 200 mUN ACE (tavşan akciğeri ekstraktı, Sigma-Aldrich, Germany) karıştırılarak 30 dakika 37 °C çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda 10 µL 1 M HCl kullanılarak reaksiyon durdurulmuş ve 0,45 µm gözenek çaplı selüloz asetat filtreden (Sterlitech Corp. WA, USA) geçirilerek cihaza verilmiştir.

Örnek Hazırlığı: Dondurularak kurutulmuş pH 4,6'da çözünen fraksiyondan 15 mg tartılarak 1 mL tampon çözeltisinde çözdürülmüştür. Örnekler, santrifüj filtre ünitesi (Amicon Ultra-0.5 Centrifugal Filter Unit, Merck Milipore) kullanılarak 20 °C, 13500×g, 20 dakika santrifüj edilmiş ve analiz için 3 kDa'dan küçük fraksiyonları ayrılmıştır.

HPLC Şartları: A Çözeltisi; %0,5 asetonitril (Fluka ≥ 99.5, Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs, USA) ve %0,1 TFA (TFA, Sigma, St Louis, USA) barındıran HPLC saflığında deiyonize su (Milli-Q system, Waters Corp., Milshem, France) çözeltisi, B çözeltisi; %5 HPLC saflığında deiyonize su ve %0,1 TFA içeren asetonitril çözeltisi, çözeltilerin sistemde akış hızı 1 mL/dk, kullanılan kolon; 250×4.6×5 µm, 300 Å gözenek çaplı Jupiter C18 kolon (Phenomenex Co, Torrance, CA, USA), dedektör dalga boyu 228 nm, solventlerin akış oranları;

Time (dk)	A (%)	B (%)
0	79	21
15	79	21

Analiz: 25 µL örnek (< 3 kDa), 25 µL HHL, 50 µL 100 mUN ACE karışımı 37 °C çalkalamalı su banyasında 30 dakika tutulmuş ve 10 µL 1 M HCl ile tepkime durdurulmuştur. 0,45 µm gözenek çaplı selüloz asetat filtreden (Sterlitech Corp. WA, USA) geçirilen örnekler cihaza verilmiştir. Hesaplamalar aşağıda verilen denkleme göre yapılmıştır.

$$ACE \text{ İnhibisyon Aktivitesi} = \frac{A - B}{A} * 100 \quad (3.4)$$

A: ACE ve HHL varlığında oluşan Hippürik asit konsantrasyonu.

B: ACE, HHL ve peptitfraksiyonları varlığında oluşan Hippürik asit konsantrasyonu.

3.2.2.7. GC-MS ile aroma maddelerinin belirlenmesi

Aroma analizi tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyon (HS-SPME) metodu ile Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Analiz için peynir örneklerinden homojen olacak şekilde 3 g, 15 mL'lik viallere alınmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler sisteme verilmeden önce uçucu maddelerinin kantitatif analizini yapabilmek adına 10 µL iç standart (2-metil-3-heptanon (100 ppm), etil heptanoat (300 ppm) ve 2-metil pentanoik asit (300 ppm)) eklenmiştir. Örnekler 40 °C'de 30 dk tutulduktan sonra viallere carboxen- 31 polydimethylsiloxane fiber (Supelco SPME Fiber, 75 µm CarboxenTM- PDMS, Bellefonte, USA) daldırılarak (tepe boşluğuna) aynı sıcaklıkta 30 dk daha tutulmuştur. Amaç vialin tepe boşluğunda (headspace) oluşan uçucu aroma maddelerinin fiber tarafından absorbe edilmesini sağlamaktır (Şekil 3.4). Daha sonra fiber enjeksiyonu ile gaz kromatografisine veilmiş ve 3 dk boyunca 250 °C'de tüm uçucuların sisteme geçmesi sağlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmış, akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Bileşenlerin ayrışması için DB-faap (60 m, 0,25 mm, 0,25 µm) kolon kullanılmıştır. Analiz sürecinde fırın sıcaklığı başlangıçta 40 °C'de 2 dakika tutulmuş (desorpsiyon periyodu) sonrasında dakikada 5 °C arttırılarak 70 °C'ye yükseltilmiş, 1 dakika sonra dakikada 10 °C artacak şekilde sıcaklık 240 °C'ye çıkarılarak 47 dk bu sıcaklıkta tutulmuştur. Kütle spektrometresi 33-450 akb arasına programlanmış (eşik değeri 1000) ve örnek alma hızı dakikada 1,11 scan olacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 3.4: Headspace-SPME enjeksiyon standı (Saraç-Yüce, 2012).

Uçucu aroma bileşiklerinin tanımlanmasında C7-C30 alkan serilerinin alıkonma indekslerinin karşılaştırılması (RRI metodu), literatürdeki RI (Retention Index) değerleri, MS’de var olan NIST (National Institute of Standards and Technology) ve WILEY kütüphaneleri kullanılmıştır.

3.2.2.8. Üre-poliakrilamid jel elektroforez (Urea-PAGE) ile kazein fraksiyonlarının belirlenmesi

Peynir örneklerinin pH 4,6’da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-PAGE elektroforetik analizleri Andrews (1983)’in önerdiği, Shalabi ve Fox (1987)’un kısmi olarak modifiye ettiği metoda göre yapılmıştır. Elektroforez için PROTEAN II XI dikey slab-jel ünitesi (Bio-Rad Laboratories Ltd., Watford, UK) kullanılmış, elde edilen jeller Coomassie Brilliant Blue G250 ile boyanarak bantlar belirginleştirilmiştir (Blakesley&Boezi, 1977). Jel hazırlanışı ve elektroforez uygulaması aşağıda verilmiştir.

a) Stok çözeltilerin hazırlanması

Akrilamid çözeltisi: Saf suda %40 (w/v) konsantrasyonunda (Merck, Darmstadt, Germany) hazırlanmıştır.

Sıralama jel tamponu: 4,15 g tris (hydroxymethyl) aminometan, 150 g üre, 2,2 mL konsantre HCl saf suda çözdürülmüş ve 500 mL’ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH’sı HCl kullanılarak 8,9’a ayarlanmıştır.

Ayrırma jel tamponu: 32,15 g tris (hydroxymethyl) aminometan, 192,85 g üre, 2,86 mL konsantre HCl saf suda çözdürülmüş ve 500 mL’ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH’sı HCl kullanılarak 8,9’a ayarlanmıştır.

Elektrot tamponu: 15 g tris (hydroxymethyl) aminometan, 73 g glisin saf suda çözülmüş ve 5 L'ye tamamlanmıştır.

Örnek tamponu: 0,75 g tris (hydroxymethyl) aminometan, 49 g üre, 0,4 mL konsantre HCl, 0,7 mL 2-merkaptetanol, 0,15 g bromfenol mavisi saf suda çözdürülmüş ve 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Amonyum persülfat: Saf suda %10 (w/v) konsantrasyonunda hazırlanarak 1'er mL eppendorf tüplerine konulmuş ve daha sonra kullanılmak üzere -20 °C'nin altında dondurulmuştur.

Boyama çözeltisi: Coomassie Brilliant Blue G250 %0,2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış ve eşit hacimde 1 M H₂SO₄ ile karıştırılarak bir gece bekletilmiştir. Sonrasında çözelti Whatman No. 1 filtre kağıdından süzölmüş ve 9:1 oranında 10 M KOH ile karıştırılmıştır. Son olarak çözeltiye %12 oranında TCA ilave edilmiştir.

b) Jel çözeltilerinin hazırlanması

Yükleme jel çözeltisi: 5 mL akrilamid çözeltisi, 45 mL yükleme jel tamponu, 0,1 g N,N,N',N'-metilen bisakrilamid karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 25 µL N,N,N',N'-tetramethylethylene diamine (TEMED) eklenmiştir.

Ayırma jel Çözeltisi: 22,5 mL akrilamid çözeltisi, 52,5 mL ayırma jel tamponu 0,375 g N,N,N',N'-metilen bisakrilamid karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 37,5 µL N,N,N',N'-tetrametiletillen diamin (TEMED) eklenmiştir.

c) Örneğin hazırlanması

Dondurularak kurutulmuş pH 4,6'da çözünmeyen azot fraksiyonundan 10 mg tartılarak 1 mL örnek tamponunda çözdürölmüştür.

d) Elektroforez uygulaması

Elektroforez ünitesi, (Bio-Rad Laboratories Ltd., Watford, UK) üretici firmasının önerdiği biçimde kurulmuştur. İlk olarak ayırma jel çözeltisine 282 µL amonyum persülfat ilave edilerek başlangıç polimerizasyonunu sağlaması amaçlanmıştır. Jel seviyesini ayarlamak için ayırma jel çözeltisi, her iki jel bölmesine dökölmüş ve jel taracları yerleştirildiğinde taracların uç kısmından yaklaşık 1 cm aşağıda olacak şekilde seviye belirlenmiştir. Jel

üzerine saf su ilave edilmiş ve tamamen polimerize oluncaya kadar beklenilmiştir (~45 dk). Daha sonra üst kısımda kalan su dikkatli bir şekilde dökülmüştür. Yükleme jel çözeltisine 300 µL amonyum persülfat ilave edildikten sonra jel bölmesine dökülmüş ve taraklar uygun şekilde yerleştirilmiştir. Jel katılaştıktan sonra (polimerizasyon görülünceye kadar, yaklaşık 45-60 dk) taraklar çıkarılmış ve jeller, içinde yeterli miktarda elektrot tamponu bulunan elektroforez ünitesine yerleştirilmiştir. Jellere 30 dk süre ile 280 V elektrik akımı uygulandıktan sonra, Na-kazeinat (standart, Sigma, St Louis, USA) ve peynir örnekleri özel şırınga ile örnek kuyucuklarına enjekte edilmiştir. Örnekler, önce yükleme jel tamponu boyunca 280 V'de, sonrasında ayırma jel tamponu boyunca 300 V'de yürütülmüştür. Örneklerin jelde yürütülmesi, boya izi jel ünitesinin dip kısmına ulaşınca kadar sürdürülmüştür. Analiz boyunca sistem soğuk su sirkülasyonu ile sürekli olarak soğutulmuştur.

e) Jelin boyanması

Elektroforez sisteminden çıkarılan jeller hazırlanan jel boyama çözeltisinde bir gece bekletilmiştir. Böylece jelde bulunan protein fragmentlerinin yoğunluklarına göre boya ile kompleks oluşturmaları sağlanmıştır. Boyanmış jeller saf su ile birkaç defa yıkanarak bantların dışında kalan kısımlarda boyanın giderilmesi sağlanmıştır. Boya tamamen uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen jeller bir tarayıcı (HP Scanjet Software, Scanjet G4010, Hewlett Packard, Palo Alto, CA) yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

3.2.2.9. Reolojik analiz

Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinde meydana gelen yapısal değişiklikleri takip etmek ve süt çeşidinin neden olduğu yapısal farklılığı belirleyebilmek için “dinamik reolojik test” olarak da bilinen düşük genlikli osilasyon testi (Small Amplitude Oscillatory Shear, SAOS) uygulanmıştır. Bu amaçla Anton Paar Rheometre (MCR 301 Anton Paar GmbH, Anton-Paar-Str. 20, Graz, Avusturya) ile PP25 (paralel plakalar) cihazı kullanılarak Soltani (2016)'nin belirttiği şekilde frekans ve sıcaklık taramaları yapılarak dinamik elastik modülü (G'), dinamik vizkoz modülü (G'') ve sıcaklık grafikleri elde edilmiştir. Peynir örnekleri 9 ± 1 °C'de özel bir tel aparat ile disk şeklinde (25 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde) kesilmiş ve nem kaybını önlemek için plastik bir film ile kapatılmıştır. Kesilen örnekler oda sıcaklığında (25 ± 1 °C) dengelenmiştir. Örneklerin frekans taraması (G' ve G'') ve sıcaklık taraması analiz sonuçları üç ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.2.10. İstatistiksel analizler

İki tekrarlı olan çalışmada her bir analiz üç paralel olarak yapılmış örnekler ($n=2$) ve depolama süresine ($t=5$) ait ortalamalar arasındaki farklılıklar ve bunların arasındaki interaksyonu belirlemek için faktör analizi yapılmıştır. Peptit profili sonuçlarının değerlendirilmesinde Temel Bileşen Analizi (PCA) kullanılmıştır. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan (post-hoc testleri ile %95 güven aralığında) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Bu amaçla “SPSS for Windows (Version 22)” paket programı kullanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirleri olgunlaştırmanın 1, 30, 60, 90 ve 150. günlerinde daha önce belirtilen yöntemlere göre analiz edilmiş ve sonuçlar bu bölümde verilmiştir. Analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek bulgular daha önce yapılmış olan araştırma bulguları ile karşılaştırılıp tartışılmıştır.

4.1. İzmir Tulum Peynirinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerinin olgunlaşma boyunca fiziksel ve kimyasal özelliklerinde görülen değişim Çizelge 4.1’de verilmiştir. Peynirlerin pH değerleri olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ürünlerden kaynaklı olarak depolama süresi ilerledikçe düşüş göstermiştir. Koyun İzmir Tulum peynirinin titrasyon asitliği değeri olgunlaşma süresince artış gösterirken keçi peyniri ilk gün en yüksek değeri alıp 30. günden düşüş göstermiş ve düzenli olarak tekrar artmıştır. Her iki peynirin kuru madde değeri olgunlaşma süresince azalmıştır. Yağ analizinde koyun sütünün bileşim farklılığından dolayı peynirlerde de önemli bir farklılık görülmüştür ve her iki peynirin kuru maddede yağ değeri olgunlaşma boyunca artmıştır. Peynirlerin tuz ve kuru maddede tuz içeriği olgunlaşma süresince artış ve azalışlar göstermiştir. Aşağıda her bir analiz sonucu ayrı başlıklar altında literatür ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

İzmir Tulum peynirlerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Süt çeşidinin İzmir Tulum peynirinde yağ, kuru maddede yağ, toplam protein, tuz ve kuru maddede tuz değerleri üzerine önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Olgunlaşma süresinin etkisinin ise İzmir Tulum peynirinin yağ dışındaki diğer özellikleri üzerinde $P<0,001$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Peynir çeşidi ve olgunlaşma süresinin interaksyonu ise yağ ve kuru maddede yağ değerleri dışında diğer özelliklerde önemli farklılıklara neden olmuştur.

Çizelge 4.1: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirinde saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler.

Özellikler	Günler	Koyun Tulum peyniri	Keçi Tulum peyniri
pH	1	5,50±0,01 ^{Ca}	5,95±0,01 ^{cB}
	30	5,48±0,02 ^{bcA}	5,85±0,01 ^{cB}
	60	5,35±0,01 ^{Ba}	5,73±0,03 ^{cB}
	90	5,09±0,02 ^{Aa}	5,44±0,01 ^{bB}
	150	4,98±0,12 ^{Ab}	5,37±0,03 ^{aA}
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	1	0,67±0,09 ^{Aa}	0,96±0,01 ^{bC}
	30	0,74±0,03 ^{abA}	0,56±0,10 ^{aA}
	60	0,64±0,03 ^{aA}	0,59±0,04 ^{aA}
	90	0,90±0,00 ^{bA}	0,74±0,06 ^{aB}
	150	1,09±0,11 ^{cB}	0,80±0,01 ^{aB}
Kuru Madde (%)	1	56,86±0,12 ^{cA}	54,41±0,14 ^{cB}
	30	50,54±0,55 ^{bA}	50,43±0,23 ^{bA}
	60	49,86±0,55 ^{abA}	50,22±0,10 ^{bA}
	90	49,65±0,69 ^{abA}	49,10±0,06 ^{aA}
	150	48,63±0,18 ^{aA}	50,01±0,54 ^{bA}
Yağ (%)	1	22,00±0,71 ^{aB}	19,00±0,00 ^{aA}
	30	22,00±0,71 ^{aB}	19,00±0,00 ^{aA}
	60	22,00±0,71 ^{aB}	19,00±0,00 ^{aA}
	90	22,00±0,71 ^{aB}	19,00±0,00 ^{aA}
	150	22,00±0,71 ^{aB}	19,00±0,00 ^{aA}
Kuru Maddede Yağ (%)	1	38,70±1,33 ^{aA}	34,92±0,09 ^{aA}
	30	43,52±0,92 ^{bB}	37,67±0,17 ^{bA}
	60	44,12±0,93 ^{bB}	37,83±0,07 ^{bA}
	90	44,31±0,81 ^{bB}	38,69±0,05 ^{cA}
	150	45,25±1,62 ^{bB}	37,99±0,42 ^{bA}
Toplam Protein (%)	1	16,65±0,72 ^{aA}	20,76±0,77 ^{cB}
	30	16,11±0,13 ^{aA}	18,12±0,09 ^{bB}
	60	19,59±0,81 ^b	19,68±0,86 ^{cA}
	90	16,72±0,45 ^{aB}	13,01±0,27 ^{aA}
	150	15,53±0,59 ^{aA}	17,51±0,22 ^{bB}
Tuz (%)	1	3,55±0,03 ^{Aa}	3,96±0,24 ^{aA}
	30	4,07±0,04 ^{cA}	4,58±0,26 ^{bA}
	60	4,59±0,04 ^{dA}	4,68±0,24 ^{bA}
	90	4,84±0,13 ^{eA}	5,92±0,04 ^{cB}
	150	3,88±0,04 ^{bA}	4,81±0,08 ^{bB}
Kuru Maddede Tuz (%)	1	6,24±0,06 ^{Aa}	7,28±0,42 ^{aA}
	30	8,05±0,00 ^{bA}	9,08±0,47 ^{bA}
	60	9,21±0,02 ^{cA}	9,32±0,50 ^{dA}
	90	9,75±0,12 ^{dA}	12,06±0,07 ^{cB}
	150	7,98±0,12 ^{bA}	9,62±0,27 ^{bB}

^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

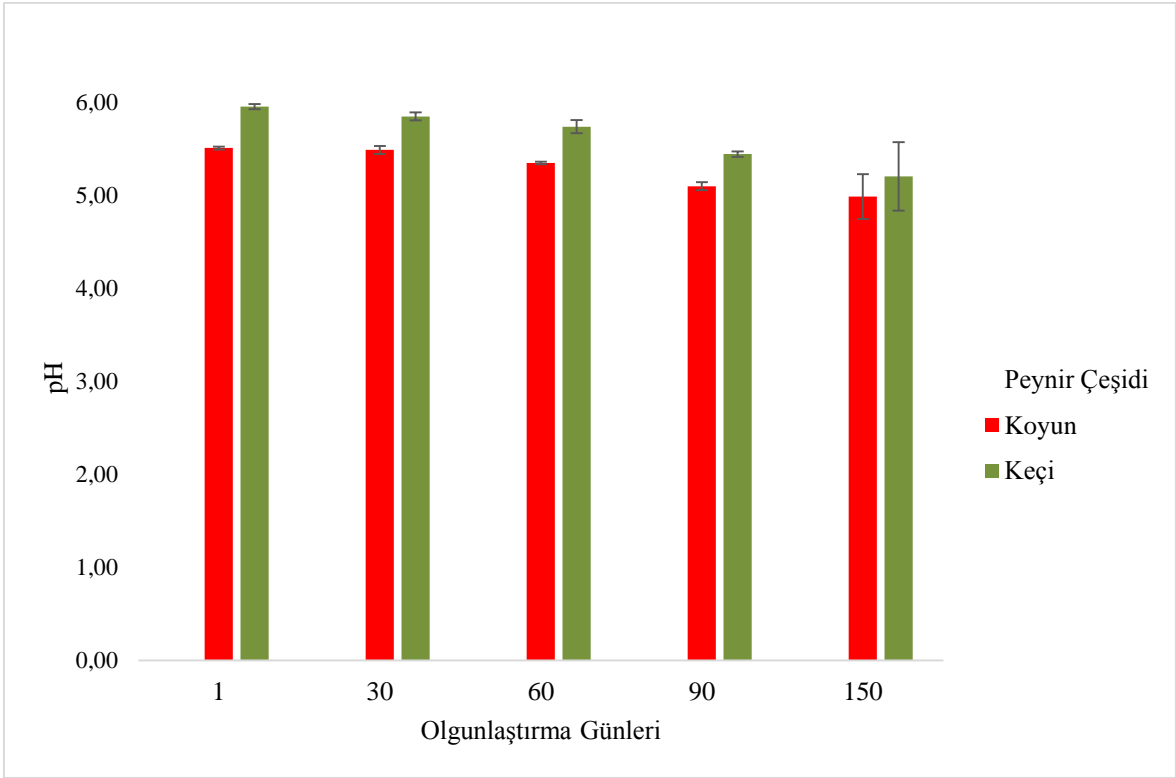
^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.2: İzmir Tulum peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Özellikler	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Peynir Çeşidi	pH	1	0,000	0,340	0,573
	Titrasyon Asitliği	1	0,015	2,269	0,163
	Kuru Madde	1	0,367	2,417	0,151
	Yağ	1	45,000	180,000	<0,001
	Kuru Maddede Yağ	1	165,595	237,828	<0,001
	Toplam Protein	1	4,046	12,639	0,005
	Tuz	1	1,824	86,123	<0,001
	Kuru Maddede Tuz	1	7,497	99,608	<0,001
Olgunlaşma Süresi	pH	4	0,422	796,731	<0,001
	Titrasyon Asitliği	4	0,082	12,370	<0,001
	Kuru Madde	4	28,142	185,259	<0,001
	Yağ	4	0,000	0,000	1,000
	Kuru Maddede Yağ	4	15,939	22,891	<0,001
	Toplam Protein	4	13,975	43,651	<0,001
	Tuz	4	1,402	66,175	<0,001
	Kuru Maddede Tuz	4	8,829	117,310	<0,001
Peynir Çeşidi× Olgunlaşma Süresi	pH	4	0,776	1463,335	<0,001
	Titrasyon Asitliği	4	0,073	11,009	0,001
	Kuru Madde	4	2,007	13,215	<0,001
	Yağ	4	0,000	0,000	1,000
	Kuru Maddede Yağ	4	1,627	2,336	1,26
	Toplam Protein	4	8,635	26,973	<0,001
	Tuz	4	0,161	7,596	0,004
	Kuru Maddede Tuz	4	0,864	8,821	0,003
Hata	pH	10	0,001	-	-
	Titrasyon Asitliği	10	0,007	-	-
	Kuru Madde	10	1,520	-	-
	Yağ	10	0,250	-	-
	Kuru Maddede Yağ	10	0,696	-	-
	Toplam Protein	10	0,320	-	-
	Tuz	10	0,021	-	-
	Kuru Maddede Tuz	10	0,075	-	-

4.1.1. pH ve titrasyon asitliği

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan pH ve asitlik değerleri Çizelge 4.1’de, grafikler ise Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Çalışmamızda elde edilen koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin tüm olgunlaşma günlerinin ortalama pH değerleri sırasıyla 5,28 ve 5,63 olarak saptanmıştır. Depolama boyunca her iki peynir çeşidine ait pH değerlerinin düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.1: Olgunlaşma süresince peynirlerde belirlenen pH değerleri.

Akan (2020) çalışmasında inek sütünden geleneksel yöntemlerle ürettiği İzmir Tulum peynirinin ilk gün pH değerini 5,37 olarak saptamıştır. Akpınar ve diğ. (2017) sadece inek sütünden üretilmiş İzmir Tulum peynirlerinin pH değerlerinin 4,11-4,92; karışık sütlerden üretilmiş İzmir Tulum peynirlerinin 4,01-4,75 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Koca (1996) 1:3 oranında koyun ve inek sütü karışımından geleneksel yöntemlerle ürettiği İzmir Tulum peynirlerinin pH değerini 1.gün 4,93, 90.gün 4,82 olarak belirlemiştir. Hayaloğlu (2007) Tulum peyniri pH değerinin 4,8 ile 5,2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda gözlenen pH değerleri literatüre göre daha yüksektir. Bunun çalışmamızda kullanılan sütlerin bileşim farklılığından, süte uygulanan ön işlemlerden ve çevreden bulaşan starter olmayan mikroorganizmalardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Badem (2015) starter kültür kullanılmadan üretilen peynirlerde pH değerinin daha yüksek gözlendiğini belirtmiştir. Araştırmacılar olgunlaşmanın belirli bir aşamasından sonra oluşan amonyak, karbonil bileşikler gibi bazı maddelerin pH değerinde dalgalanmalara ve pH'ın yükselmesine neden olduğunu bildirmişlerdir (Litopoulou-Tzanetaki et al., 1993; McSweeney et al., 1993).

Buffa (2001), çalışmasında çiğ keçi sütünden ürettiği peynirlerin pH değerlerinin olgunlaşmanın 1 (5,05) ve 60. (4,89) günlerinde pastörizasyon (4,99; 4,84) ve yüksek basınç

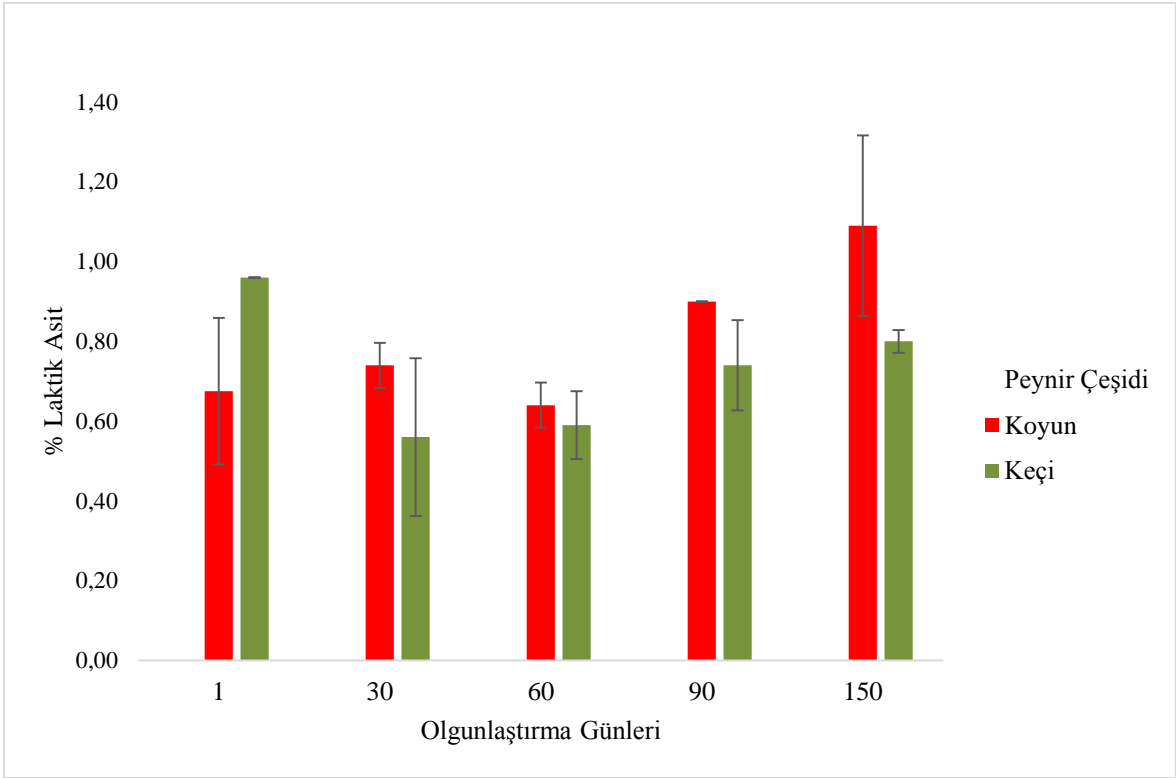
işlemi uygulanmış (5,01; 4,76) sütlerden üretilen peynirlere göre daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Bunun muhtemel sebebinin süte uygulanan ön işlemlerin sütte mevcut olan ve çevreden süte bulaşan mikroorganizmaları yok etmesi sonucu süte eklenen peynir kültürlerinin gelişmesi için uygun ortamın hazırlanması olabileceğini ileri sürmüştür. Bununla birlikte Keleş (1995) yaptığı çalışmada çiğ süttten üretilmiş Tulum peynirlerinde asitliğin pastörize süttten üretilen peynirlere göre daha düşük olduğunu saptamıştır. Bunun çiğ süt ve çevreden bulaşan mikroorganizmalardan kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür.

Depolama boyunca keçi sütünden üretilmiş İzmir Tulum peynirlerinin pH değerleri daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerinin olgunlaşma boyunca pH değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Keçi sütünün kuru madde içeriğinin koyun sütüne göre daha düşük olmasının asitlik gelişiminin daha yavaş olmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

İzmir Tulum peynirlerin titrasyon asitliği değerleri % laktik asit (Şekil 4.2) cinsinden verilmiştir. Koyun İzmir Tulum peyniri 150. günde en yüksek asitlik değerine ulaşırken, keçi İzmir Tulum peyniri olgunlaşmanın ilk gününde en yüksek asitlik değerini almıştır. Uçucu bileşiklerin saptandığı GC-MS analizinde asit karakterdeki bileşiklerin miktarları da bu sonuca paralel olarak daha yüksek saptanmıştır. Koyun İzmir Tulum peynirinde asit karakterli uçucu bileşiklerin konsantrasyonu 60. günde, keçi İzmir Tulum peynirinde ise 30. günde azalmış, sonrasında her iki peynir çeşidinde değerlerin arttığı saptanmıştır.

Tulukoğlu (2019) İzmir Tulum peynirinin titrasyon asitliği değerlerini 1. gün %0,55 l.a., 120. gün %0,78 l.a. olarak belirlemiştir. Koca (1996) olgunlaşma sırasında laktik asit gelişiminin görülmemesinin peynirde metobolize edilecek laktozun bulunmamasından ve laktik asidin diğer ürünlere parçalanmasından kaynaklandığını vurgulamıştır..

Ateş ve Patır (2001) peynirlerin asitliğinin depolama boyunca azaldığını, Arıcı ve Şimşek (1991) ise arttığını belirtmişlerdir. Peynirlerde saptanan titrasyon asitliği değerleri, peynirin kuru madde-nem içeriğine, tuz ve laktoz miktarına, olgunlaştırma sırasında faaliyet gösteren, üretimde kullanılan ve çevreden kontamine olan mikrofloraya ve ürünün depolama şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Tulukoğlu, 2019).

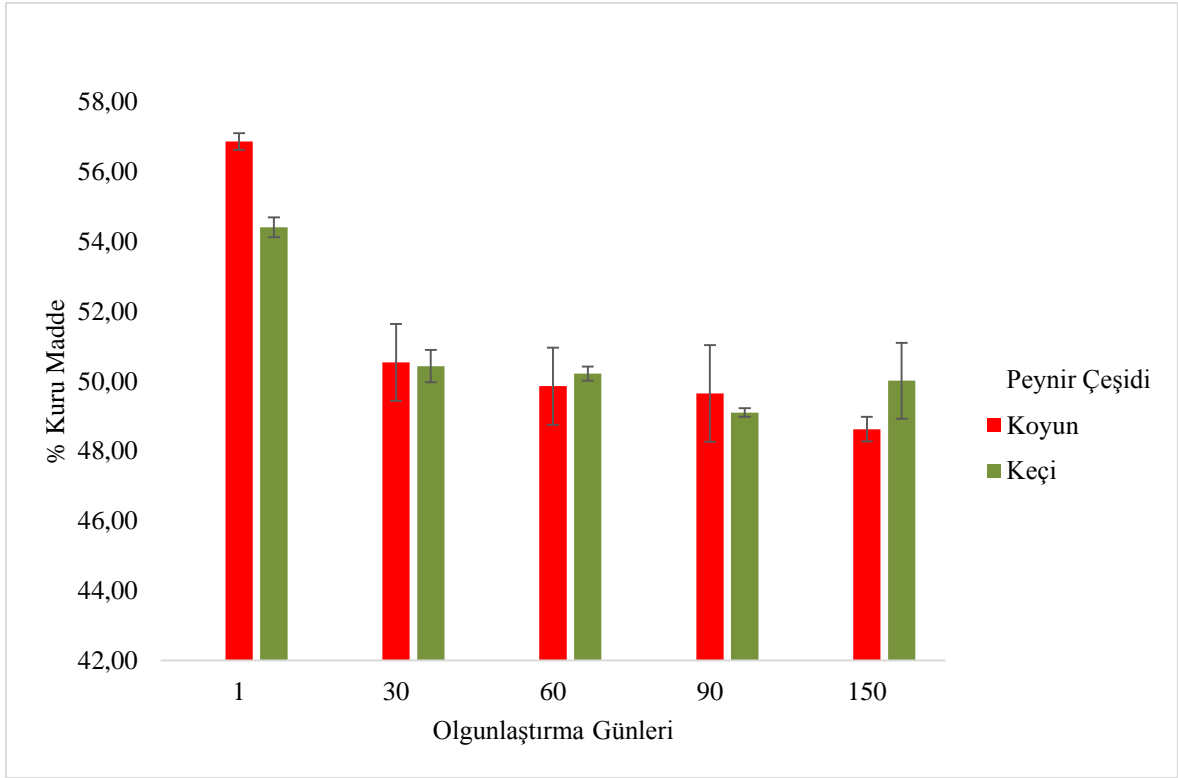


Şekil 4.2: Olgunlaşma süresince peynirlerde gözlenen % laktik asit değerleri

Titrasyon asitliğinde yapılan t testi sonucunda koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin 1 ve 150. gün değerlerindeki farklılık anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$). Olgunlaşma boyunca keçi peynirinde asitliğin daha yavaş ilerlediği görülmüştür. Kandarakis ve diğ., (2001) asitliğin yavaş gelişmesinin peynirin baskılama süresini ve nem içeriğini etkileyebileceğini bu durumda peynirde bazı kusurlara yol açabileceğini bildirmiştir.

4.1.2. Kuru madde değeri

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerine ait kuru madde değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Değerler %48,63 ile %56,86 arasındadır. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne (Tebliğ No: 2015/6) göre materyallerimiz yarım yağlı olarak nitelendirilmektedir (kuru maddede yağ oranı $< \%45$). Aynı tebliğ gereğince yarım yağlı Tulum peynirleri en çok %50 nem içerebilir. 150 günlük olgunlaşma süresi boyunca çalışmamızda saptanan kuru madde değerlerinin tebliğe uyumluluk gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.3: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin kuru madde değerinde saptanan değişimler.

Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin ilk gün kuru madde değerlerinin birbirlerinden farklılığının anlamlı olduğu ($P<0,05$) ancak olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde süt çeşidinin kuru madde değerleri üzerinde anlamlı bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür ($P>0,05$).

1. gün koyun İzmir Tulum peynirinin kuru madde değeri keçi İzmir Tulum peynirinden daha yüksek olmuştur. Bunun koyun sütünün bileşimsel farklılığından kaynaklandığı düşünülmüştür. Koyun İzmir Tulum peynirinin kuru madde değerinde depolamanın 1, 30 ve 60. günlerinde yaşanan azalma önemli bulunmuş ($P<0,05$) sonrasında değerlerde devam eden düşüş anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Keçi İzmir Tulum peyniri değerlerinde 1, 30 ve 90. günlerdeki azalma ile 150. gün değerinde görülen artış önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Tulukoğlu (2019) ve Koca (1996) geleneksel yöntemlere göre üretmiş oldukları İzmir Tulum peynirlerinde kuru madde değerlerinin olgunlaşma boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde olgunlaşma ilerledikçe proteoliz sonucu açığa çıkan suda çözünür protein ve peptitler salamuraya geçerek kuru madde oranında düşüşe sebep olmaktadır (Hayaloğlu, 2003; Karadeniz & Damar, 2019; Karakuş & Alperden, 1995; Katsiari et al., 2000). Ayrıca araştırmacılar, olgunlaşma sürecinde oluşan parçalanma ürünlerinin bünyelerine su alarak peynir kitlesindeki nem içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir (Gürkan, 2019; Gürsoy et al., 2001; Sarantinopoulos et al., 2002; Tulukoğlu, 2019).

Özellikle α_{s1} -kazeinin bu durumdan sorumlu olduğu belirtilmiştir (Creamer & Olson, 1982). Koyun sütü, keçi sütüne kıyasla daha fazla kazein fraksiyonunu içerdiğinden olgunlaşma süresince koyun İzmir Tulum peynirinin yapısına daha fazla su bağladığı ve kuru madde miktarının keçi peynirine göre olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca kuru madde içeriğinin peynirlerin toplam protein içeriği ile de ilgili olduğu, protein içeriği yüksek olan peynirin bünyesine daha çok su absorpladığı bildirilmiştir. Keçi peynirinin toplam protein içeriği daha yüksek olduğundan nem içeriğinin de buna bağlı olarak yüksek olduğu düşünülmüştür.

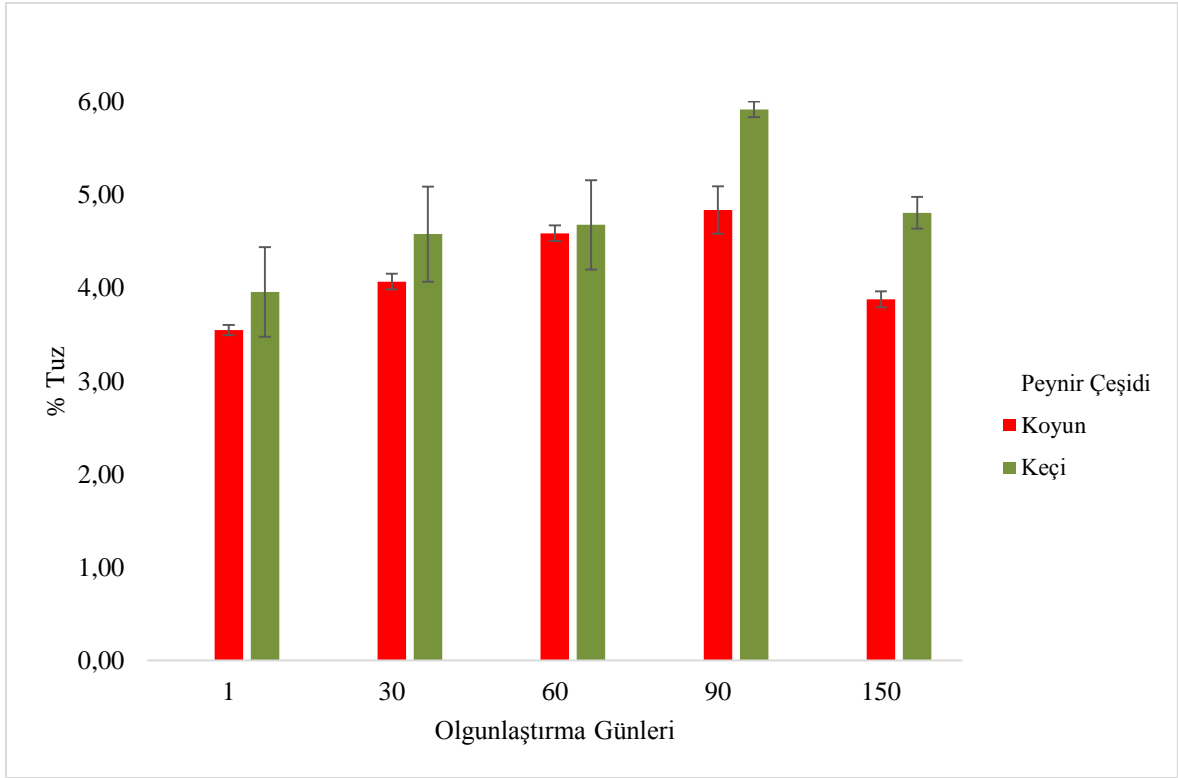
Keçi İzmir Tulum peynirinin 150. gün kuru madde değerinde hafif bir artış olmuştur. Bunun tuzun salamuradan peynire geçmesi sonucu olduğu düşünülmüştür (Dağdemir, 2001).

Kılıç ve Genç (1990) İzmir Tulum peynirinde kuru madde oranının %51,87, Eralp (1967) ve Yaygın (1971) sırasıyla %61,8 ve %57,1, Bedel ve Kılıç (2000) ise starter kültür kullanılmadan ürettikleri İzmir Salamura Tulumunda 1. gün %51,2 olan kuru madde değerinin 90 günlük olgunlaştırmadan sonra %49,6 olduğunu bildirmişlerdir. Üçüncü (1971) çiğ süttten üretilen peynirlerin starter kullanılarak üretilen peynirlerden daha düşük kuru madde oranına sahip olduğunu belirtmiştir.

4.1.3. Tuz ve kuru maddede tuz değerleri

Peynirdeki tuzun iki ana rolü vardır; peyniri koruyucu görevi görür ve lezzet ile kaliteye doğrudan katkıda bulunur (Guinee, 2007). Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerine ait tuz içeriği değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

Koyun İzmir Tulum peynirinin ilk gün tuz değeri %3,55, keçi İzmir Tulum peynirinin ise %3,96 olmuştur. Tuz, nem içerisinde eriyen bir madde olduğundan değerler kuru madde miktarı ile ilişkilidir. İlk gün kuru madde miktarı daha düşük olan keçi İzmir Tulum peyniri bünyesine daha çok tuz almıştır. Aynı durum 90. gün içinde söz konusudur. Olgunlaşma boyunca salamuradan peynir kitlesine tuz geçişi olmuş ve 90. günde koyun ve keçi İzmir Tulum peynirleri sırasıyla %4,84 ve %5,92 değerlerini alarak maksimum değere ulaşmışlardır. Sonrasında görülen düşüş her iki İzmir Tulum peyniri için önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Futschik (1960), Vujicic (1963), Geurts ve diğ. (1974) olgunlaşma boyunca peynirlerde tuz geçişinin başlangıçta hızlı olduğunu sonrasında belirli bir oranda kaldığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.4: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinde saptanan %tuz değerleri.

Akan (2020) inek sütünden üretmiş olduğu İzmir Tulum peynirinin ilk gün tuz değerini %3,04, Tulukoğlu (2019) 1. gün %2,63, 120. gün %5,17, Koca (1996) 1. gün %2,5, 90. gün %5,46, Yerlikaya (2012) 1. gün 2,93 ve 180. gün 5,71 olarak belirlemişlerdir. Koca (1996) çalışmasında çiğ süt peynirinin daha yüksek tuz içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir.

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerine ait kuru maddede tuz oranları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Olgunlaşma boyunca İzmir Tulum peynirlerinin kuru maddede tuz içerikleri tuz miktarı ile benzerlik göstermiştir. Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin depolamanın ilk gününde kuru maddede tuz içerikleri sırasıyla %6,24 ve %7,28 olmuştur. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre salamurada olgunlaştırılan peynirlerin kuru maddede tuz oranı en çok %7,5 (m/m) olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, 2015). Çalışmamızda gözlenen değerler 1. gün dışında tebliğde belirtilen değerlerden yüksek olmuştur. Bunun tuz içeriği yüksek salamura kullanımından kaynaklandığı düşünülmüştür. Salamuralı Tulum Peyniri Standardına göre ise çalışmamızda üretilen İzmir Tulum peynirleri 2. sınıf (kuru maddede tuz en çok %10) peynir olarak kabul görmektedir. Hayaloğlu (2007) Tulum peynirinin kuru maddede tuz içeriğinin nem kaybına bağlı olarak olgunlaşma boyunca artabileceğini belirtmiştir.

Koca (1996) İzmir Tulum peynirinin kuru maddede tuz oranını 1. gün %4,46, 90. gün %10,93, Tulukoğlu (2019) 1. gün %4,52, 120. gün %8,63 olarak belirlemişlerdir. Çiğ süttten üretilen peynirlerin daha yüksek kuru maddede tuz içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Koca, 1996).

Çayır (2018) çalışmasında kuru maddede tuz değerlerinin %9.91 ile %13.89 arasında değiştiğini ve olgunlaşma ilerledikçe keçi sütü oranı yüksek olan Hatay köy peynirlerinin kuru maddede tuz oranlarının inek sütü peynirine göre daha fazla arttığını saptamıştır.

Varyans analiz sonuçlarına göre peynir çeşidi, olgunlaşma süresi ve peynir çeşidi × olgunlaşma süresi interaksyonun peynirlerin tuz ve kuru maddede tuz değerlerini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür ($P<0,005$).

Bazı araştırmacılar olgunlaştırma günü ve peynir çeşidinin peynirlerin tuz ve kuru maddede tuz değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını saptarken (Çayır, 2018; Karami et al., 2009), bazıları da belirtilen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir (Özaltın, 2011).

4.1.4. Yağ ve kuru maddede yağ değerleri

Çalışmamızda İzmir Tulum peynirlerinin yağ oranlarında depolama süresince önemli bir değişim olmayacağı varsayıldığından yalnızca ilk gün için analizler yapılmıştır. Peynirlere ait yağ ve kuru maddede yağ değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin yağ oranları sırasıyla %22 ve %19 olarak belirlenmiştir. Koyun sütünün yağ içeriği keçi sütünün yağ içeriğinden yüksek olduğundan aynı durum peynirlerde de gözlenmiştir. Peynirlerin yağ oranlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$).

Çayır (2018) çiğ inek ve keçi sütünden ürettiği peynirleri 90 gün olgunlaştırmış ve olgunlaşma süresince yağ değerlerinde önemli bir değişim olmadığını bildirmiştir ($P>0,05$). Ayrıca peyniraltı suyu analizleri sonucunda keçi peyniri peyniraltı suyunun (%1,05) inek peyniri peyniraltı suyundan (%0.45) daha fazla yağ içerdiğini belirlemiştir.

Eralp (1967) İzmir Tulum peynirinde yağ oranını %26,6, Yaygın (1971) %28,7, Tulukoğlu (2019) %28,53, Yerlikaya (2012) %22,75 ve Akan (2020) %23,00 olarak belirlemiştir. Çalışmamızda saptanan değerlerin literatürden düşük olduğu görülmüştür. Üretimde

kullanılan sütlerin bileşimi, peynir üretim teknikleri, olgunlaştırma koşulları ve ambalaj materyali peynirlerin yağ içeriğinin farklılaşmasına neden olmuştur.

Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinde nem içeriği dalgalanmasının yağ değerleri üzerindeki etkisini azaltılmak ve sabit bir değer elde edebilmek amacıyla kuru maddede yağ değerleri hesaplanmıştır. İzmir Tulum peynirlerinin kuru maddede yağ değerleri %34,92 ile %45,25 arasında olmuştur. En düşük değer keçi İzmir Tulum peynirinin 1. gün değerinde gözlenirken en yüksek değer koyun İzmir Tulum peynirinin 150. gününde grlmştr. Her iki İzmir Tulum peynir çeşidinde olgunlaşma ilerdedike kuru maddede yağ değerleri keçi İzmir Tulum peynirinin 90. günü hariç artış göstermiştir. Tüm olgunlaştırma günlerinde keçi İzmir Tulum peyniri daha düşük değerler almıştır. Bu durumun keçi İzmir Tulum peynirinin düşük yağ ve kuru madde içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. nc (2004) peynir çeşitlerinde yeterince tipik aroma gelişimi için peynirlerin kuru maddede yağ değerlerinin en az %40-%50 aralığında olması gerektiğini bildirmiştir.

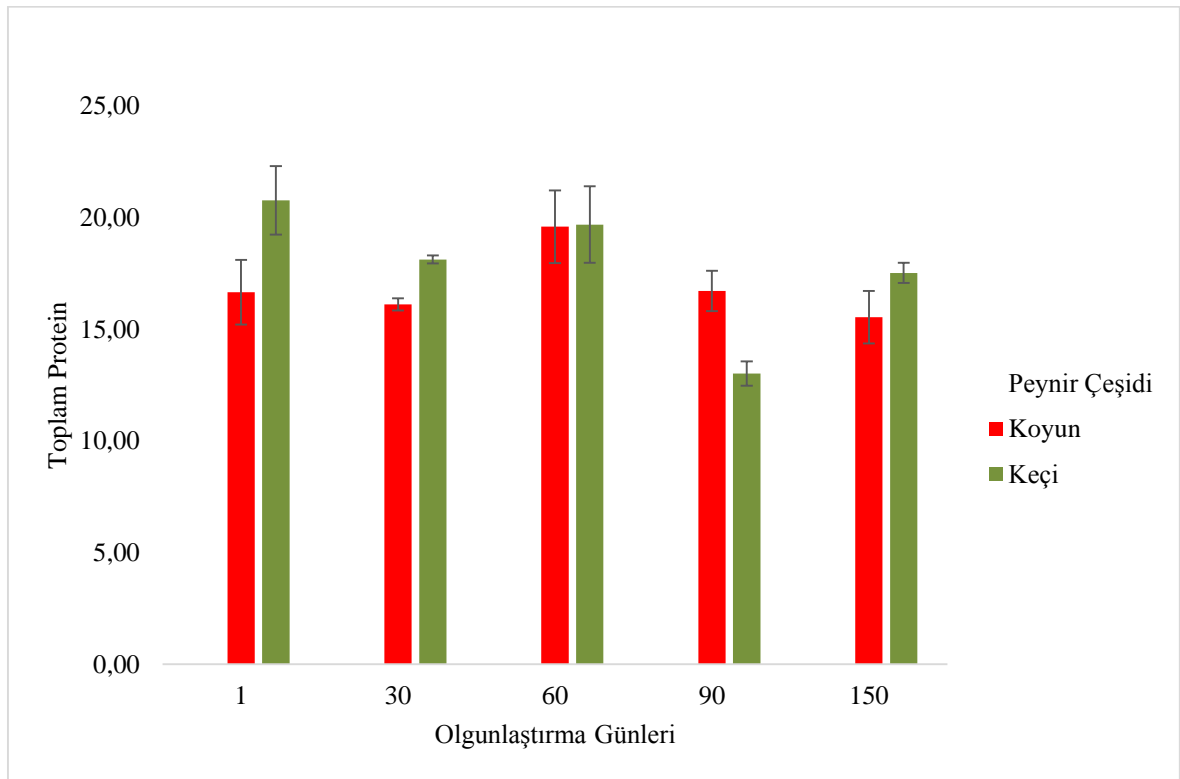
İzmir Tulum peynirlerinin kuru maddede yağ oranları dikkate alındığında koyun ile keçi İzmir Tulum peynirleri arasındaki farklılığın ilk gün için istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0,05$) ancak olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde farklılığın önemli bulunduğu ($P<0,05$) grlmştr. Yklsk (2016) süt çeşidinin peynirdeki yağ miktarını etkilediğini ancak ısıl işlemin peynirlerin yağ içeriği üzerinde herhangi bir önemli farklılığa neden olmadığını belirtmiştir. Kuru madde miktarı azaldıkça süt yağının kuru maddedeki konsanrasyonu arttığından kuru maddede yağ miktarı her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinde artış göstermiştir. İzmir Tulum peynirinin kuru maddede yağ değerlerini Akan (2020) %37,92, Yerlikaya (2012) %42,55 ve Tulukoğlu (2019) %48,84 olarak belirlemişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre peynir çeşidinin yağ ve kuru maddede yağ değerlerini, olgunlaşma süresinin kuru maddede yağ değerlerini önemli düzeyde etkilediği ($P<0,001$) peynir çeşidi \times olgunlaşma süresi interaksiyonun ise adı geçen değerler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) grlmştr.

Çayır (2018) inek ve keçi peynirlerinin kuru maddede yağ değerlerinin olgunlaşma ile arttığını ve peynir çeşidinin olgunlaşmanın ilk günlerinde önemli farklılığa neden olduğunu bildirmiştir.

4.1.5. Toplam protein değeri

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerine ait toplam protein değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Peynirlerin protein içeriği toplam azot değerinin 6,38 sabiti ile çarpılması sonucu elde edilmiştir (IDF, 1993). Olgunlaşmanın ilk periyodunda keçi İzmir Tulum peynirinin protein değerleri daha yüksek olmuştur. 60. günde değerler birbirine yaklaşmış sonrasında peynirlerin protein değerlerinde artış ve azalışlar olduğu saptanmıştır. Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin protein değerlerinin birbirinden farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.5: Olgunlaşma süresince peynirlerde saptanan toplam protein değerleri.

Keçi İzmir Tulum peyniri toplam protein değerleri olgunlaşma ilerledikçe azalmıştır. Araştırmacılar proteolitik aktivitesi olan enzimlerin (rennet, plasmin, laktik asit bakterilerinin enzimleri) etkisi ile süt proteinlerinin suda çözünür formda peptit ve amino asitlere parçalandığını bu nedenle salamura olgunlaştırılan peynirlerde toplam protein içeriğinin olgunlaşma ilerledikçe azaldığını bildirmişlerdir (Gürkan, 2019; Hayaloğlu, 2003). Nitekim olgunlaşma süresince peynirlerin pH 4,6 ve %12 TCA'da çözünen azot değerleri olgunlaşma ile artarak bu sonucu desteklemektedir. Koyun İzmir Tulum peynirinin toplam protein değeri başlangıçta sabit kalmış sonrasında dalgalanma göstermiştir.

Kamleh ve diğ. (2012) peynir olgunlaşmasında 1, 4, ve 8. haftalar arası toplam protein miktarında önemli düşüşlerin olduğunu ve bunun peynirde meydana gelen proteoliz sonucu gerçekleştiğini vurgulamışlardır. Olgunlaşmanın ilk günlerinde proteoliz hızının yüksek olmasından kaynaklı olarak protein değerlerindeki düşüşünde hızlı ve anlamlı olduğu düşünülmüştür. Çayır (2018) ve Queiroga ve diğ. (2013) keçi, inek ve bu sütün karışımından ürettikleri peynirlerde olgunlaşma ilerledikçe protein değerlerinin düştüğünü saptamışlardır.

Yerlikaya (2012) İzmir Tulum peynirinde toplam protein değerini ortalama %21,72, Tulukoğlu (2019) ilk gün %23,66, 120.gün %22,69 ve Akan (2020) 1. gün %26,68, 150. gün %24,10 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki değerlerin literatürden düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun üretimde kullanılan sütün protein içeriği, peynir üretim prosesi ve olgunlaşma şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Literatürde koyun sütünün ortalama protein içeriğinin (%5,8) keçi sütünün ortalama protein içeriğinden (%4,6) daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Önür, 2015). Ancak çalışmamızda 60. depolama günü dışında tüm olgunlaştırma günlerinde keçi İzmir Tulum peynirinin toplam azot ve toplam protein içerikleri koyun İzmir Tulum peynirinden daha yüksek olmuştur. Bu durumun peynir üretimi sırasında pıhtıda kalan azot içeriğiyle ilgili olduğu diğer bir deyişle koyun İzmir tulum peynirinde peyniraltı suyuna geçen azot miktarının keçi İzmir Tulum peynirinden daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Sezen-Demirci (2012) çalışmasında keçi peyniri toplam protein içeriğinin koyun ve inek peynirlerinden yüksek olduğunu saptamıştır

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre peynir çeşidi, olgunlaşma süresi ve peynir çeşidi × olgunlaşma süresi interaksiyonun İzmir Tulum peynirlerinin toplam protein değerlerini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür ($P<0,05$).

Çayır (2012) inek ve keçi sütünleri ve bunların karışımından ürettiği Hatay köy peynirlerinde süt çeşidinin toplam protein değerlerinde önemli bir farklılığa neden olmadığını ($P>0,05$) belirlemiştir. Kayaalp-Özdemir (2016) olgunlaşma süresinin Beyaz peynirin kuru maddede protein değerleri üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığını bildirmiştir.

4.2. İzmir Tulum Peynirlerinde Meydana Gelen Proteoliz

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirleri 150 gün olgunlaştırılmış ve belirli depolama günlerinde analizler yapılarak peynirlerde meydana gelen proteoliz takip edilmiştir. Yapılan analizler ile elde edilen değerler Çizelge 4.3'te, bu sonuçlara ait değerlendirmeler ise ayrı başlıklar altında verilmiştir.

Çizelge 4.3: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerine ait azot analizleri sonuçları.

Özellikler	Günler	Koyun Tulum peyniri	Keçi Tulum peyniri
Toplam Azot (%)	1	2,610±0,113 ^{aA}	3,255±0,120 ^{bB}
	30	2,525±0,021 ^{aA}	2,840±0,014 ^{bB}
	60	3,070±0,127 ^b	3,085±0,134 ^c
	90	2,620±0,071 ^{aB}	2,040±0,042 ^{aA}
	150	2,435±0,092 ^{aA}	2,745±0,035 ^{bB}
pH 4,6' da Çözünen Azot (%)	1	0,143±0,004 ^a	0,129±0,006 ^a
	30	0,210±0,001 ^{bB}	0,145±0,007 ^{bA}
	60	0,219±0,006 ^{bB}	0,167±0,004 ^{cA}
	90	0,230±0,004 ^{cB}	0,209±0,002 ^{dA}
	150	0,285±0,001 ^{dB}	0,222±0,001 ^{eA}
%12' lik TCA' da Çözünen Azot (%)	1	0,042±0,003 ^{aB}	0,027±0,001 ^{aA}
	30	0,064±0,002 ^{bB}	0,036±0,001 ^{bA}
	60	0,066±0,000 ^{bB}	0,044±0,002 ^{cA}
	90	0,077±0,003 ^{cB}	0,051±0,003 ^{dA}
	150	0,102±0,003 ^{dB}	0,069±0,001 ^{eA}
Toplam Serbest Aminoasit (mg Leu/100 g peynir)	1	3,608±0,002 ^{aB}	1,639 ±0,002 ^{aA}
	30	7,521±0,001 ^{bB}	2,989±0,001 ^{bA}
	60	10,048 ±0,013 ^{cB}	3,627 ±0,000 ^{cA}
	90	12,354±0,015 ^{dB}	4,251 ±0,001 ^{dA}
	150	18,264±0,001 ^e	8,697±0,003 ^e
Olgunlaşma Derecesi pH 4,6-ÇA/TN	1	5,486±0,072 ^{aB}	3,95±0,04 ^{aA}
	30	8,335±0,011 ^{cB}	5,10±0,251 ^{bA}
	60	7,147±0,087 ^{bB}	5,41±0,36 ^{bA}
	90	8,781±0,082 ^{cA}	10,24±0,10 ^{dB}
	150	11,710±0,393 ^{dB}	8,08±0,06 ^{cA}
Olgunlaşma Derecesi %12 TCA-ÇA/TN	1	1,318±0,086 ^{aB}	0,68±0,07 ^{aA}
	30	2,065±0,069 ^{cB}	1,05±0,01 ^{bA}
	60	1,770±0,083 ^{bB}	1,17±0,11 ^{bA}
	90	2,390±0,084 ^{dB}	2,01±0,12 ^{cA}
	150	3,400±0,091 ^{eB}	2,05±0,06 ^{cA}

^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Uzun depolama günlerine sahip sert karakterli peynirlerde pH 4,6 tamponunda çözünen fraksiyon değerleri dikkate alınmaktadır. Pıhtılaştırıcı enzim aktivitesi sonucu oluşan azot fraksiyonları, serum proteinleri ve proteaz -peptonlar pH 4,6 tamponunda çözünür formda yer alırken β -, α_{s1} - ve γ - kazeinler pH 4,6'da çözünmeden kalırlar (Hayaloğlu et al., 2011). %12'lik TCA'da çözünen azot fraksiyonunda ise küçük ve orta büyüklükteki peptitler, amino asitler, üre ve amonyak gibi azot bileşikleri yer almaktadır. Araştırmacılar peynirin depolama boyunca kuru madde içeriğinin değişmesinden kaynaklı olarak proteolizin,

olgunlaşma derecesi üzerinden takip edilmesinin daha doğru olacağını belirtmiştir (Akan, 2020; Gürkan, 2019; Hayaloğlu, 2003). Peynirlerde olgunlaşma derecesi pH 4,6'da çözünen azot ve %12'lik TCA'da çözünen azot değerlerinin toplam azot değerine oranlanması ile iki farklı şekilde hesaplanmıştır.

İzmir Tulum peyniri azot değerlerinin varyans analiz sonucu Çizelge 4.4'te verilmiştir. Peynir çeşidinin toplam azot değeri üzerinde $P<0,05$ düzeyinde, diğer özellikler üzerinde ise $P<0,001$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresi adı geçen özellikler üzerine $P<0,001$ düzeyinde önemli olmuştur. Peynir çeşidi ve olgunlaşma süresi interaksiyonunun ise %12'lik TCA'da çözünen azot değeri dışında diğer özellikler üzerinde $P<0,001$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.4: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerine ait azot değerlerinin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Peynir Çeşidi	Toplam Azot	1	0,099	12,639	0,005
	pH 4,6'da Çözünen Azot	1	0,009	512,618	<0,001
	%12'lik TCA'da Çözünen Azot	1	0,002	384,883	<0,001
	pH 4,6-ÇA/TN	1	15,055	416,557	<0,001
	%12 TCA-ÇA/TN	1	3,187	447,855	<0,001
	Toplam Serbest Aminoasit	1	18878,919	458,856	<0,001
Olgunlaşma Süresi	Toplam Azot	4	0,343	43,654	<0,001
	pH 4,6'da Çözünen Azot	4	0,008	424,237	<0,001
	%12'lik TCA'da Çözünen Azot	4	0,001	172,613	<0,001
	pH 4,6-ÇA/TN	4	19,599	542,275	<0,001
	%12 TCA-ÇA/TN	4	1,827	256,816	<0,001
	Toplam Serbest Amino asit	4	6486,006	157,644	<0,001
Peynir Çeşidi × Olgunlaşma Süresi	Toplam Azot	4	0,212	26,973	<0,001
	pH 4,6'da Çözünen Azot	4	0,001	31,363	<0,001
	%12'lik TCA'da Çözünen Azot	4	2,772	5,194	0,016
	pH 4,6-ÇA/TN	4	19,599	542,275	<0,001
	%12 TCA-ÇA/TN	4	1,827	256,816	<0,001
	Toplam Serbest Amino asit	4	864,653	21,016	<0,001
Hata	Toplam Azot	10	0,008	-	-
	pH 4,6'da Çözünen Azot	10	1,839	-	-
	%12'lik TCA'da Çözünen Azot	10	5,838	-	-
	pH 4,6-ÇA/TN	10	0,036	-	-
	%12 TCA-ÇA/TN	10	0,007	-	-
	Toplam Serbest Amino asit	10	41,143	-	-

4.2.1. Toplam azot değerleri

İzmir Tulum peynirine ait toplam azot değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Her iki peynir çeşidinde olgunlaşmanın ilk 30 gününde değerlerde düşüş görülmüştür. 60. olgunlaşma günü değerleri maksimum seviyede olmuştur. Olgunlaşmanın devam eden günlerinde koyun

peyniri değerleri dūşūş gōstermiş keçi peynirinde ise önce dūşūş sonra artış olduğu gōr÷lmüşt÷r. Her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinin toplam azot değerleri olgunlaşma s÷resince dalgalanmış ancak olgunlaşmanın sonunda başlangıcca gōre değerlerde azalma olmuştur. Keçi İzmir Tulum peyniri toplam azot değerleri olgunlaşma boyunca 90. g÷n dışında koyun İzmir Tulum peyniri değerlerinden y÷ksek olmuştur ve bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$). Sezen-Demirci (2012) inek, koyun ve keçi beyaz peynirlerinin özelliklerini incelediği çalışmasında peynirlerin toplam azot miktarlarını keçi peyniri>koyun peyniri >inek peyniri şeklinde sıralamıştır.

Arslaner (2008) pastörize inek ve koyun s÷t÷nden üretilen Tulum peynirlerinin toplam azot değerlerinin çiğ s÷tten üretilen peynir örneklerinden daha y÷ksek olduğunu ve bunun s÷te uygulanan ısıl işlemden kaynaklandığını bildirmiştir. Pek çok araştırmacı peynir yapımında s÷te uygulanan ısıl işlemin serum proteinlerinin denatürasyonuna neden olarak pıhtıda kalmasına ve peynir randımanının artmasına neden olduğunu belirtmiştir. Yerlikaya (2012) İzmir Tulum peyniri ile yapmış olduğu çalışmasında toplam azot değerlerinin %3,14-3,78 arasında olduğunu ve depolama boyunca artış ve azalışlar gözlemlediğini belirtmiştir. Koca (1996) Tulum peyniri ile yapmış olduğu çalışmasında ilk g÷n toplam azot değerini %6,66, 90. g÷n %6,20 olarak belirlemiş ve depolama s÷resince değerlerde artış ve azalışlar saptamıştır. Tulukoğlu (2019) İzmir Tulum peynirinde toplam azot değerlerinin %3,71 ile %3,55 arasında değiştiğini belirtmiştir. Literat÷r ile çalışma sonuçlarımız arasındaki farklılığın kullanılan ham maddenin bileşimi, üretim prosesi ve depolama koşulları gibi faktörlerden kaynaklandığı sōylenabilir.

Demirtař ve dię. (2013) asit peynir altı suyunda β -laktoglob÷lin/ α -laktalb÷min oranının koyun s÷t÷nde 8,0; keçi s÷t÷nde 2,3 olarak belirtmişlerdir. Bu durumun çalışmamızda keçi İzmir Tulum peynirinin toplam azot içeriğinin az da olsa daha y÷ksek olmasına neden olduğu dūř÷n÷lmüşt÷r.

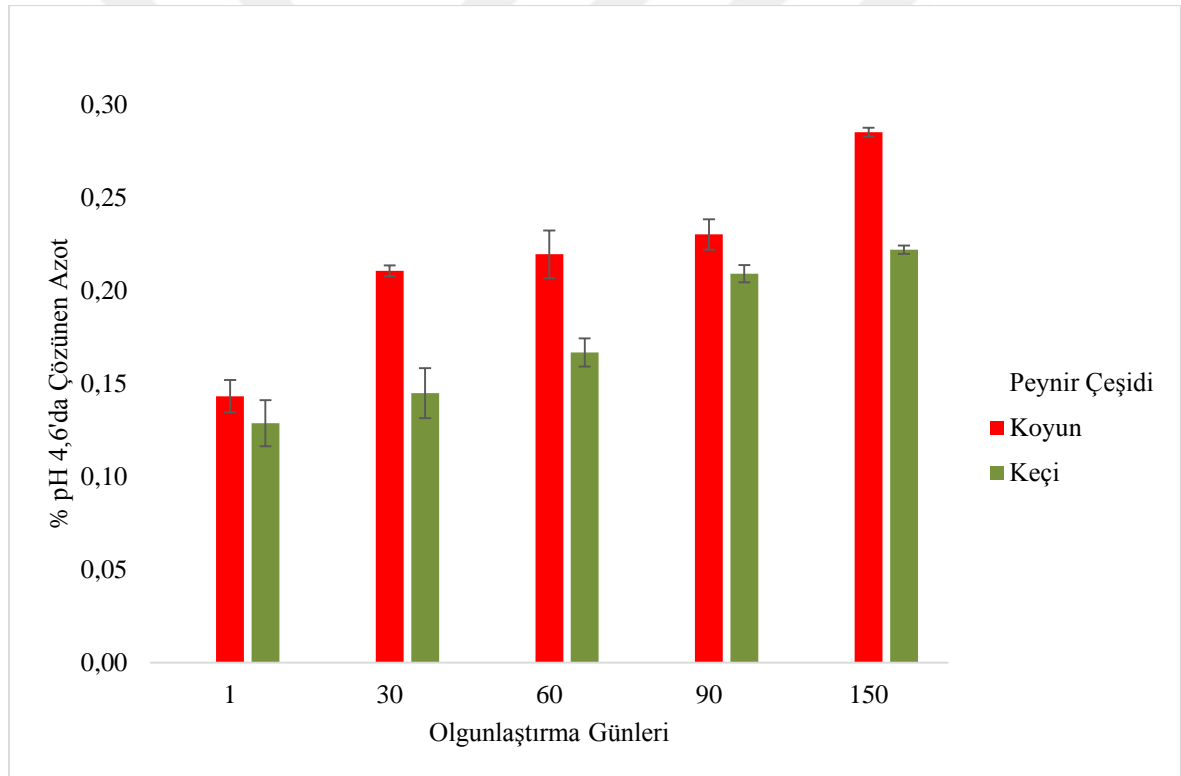
4.2.2. pH 4,6'da öz÷nen azot değerleri

Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerine ait pH 4,6'da öz÷nen azot değerleri izelge 4.3 ve şekil 4.6'da verilmiştir. Olgunlaşma s÷resince İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da öz÷nen azot değerleri artmıştır.

Koyun İzmir Tulum peynirinin 30, 90 ve 150. depolama g÷n÷ değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinde ise t÷m analiz

günlerinde görülen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Peynirlerin depolama süresince suda çözünen azot oranları plazminin aktivitesi sonucu artabilmektedir. (Al-Otaibi & Wilbey, 2004; Hayaloglu, 2007; Hayaloglu et al., 2005).

Tüm analiz günlerinde koyun İzmir Tulum peynirinin pH 4,6'da çözünen azot değerleri keçi İzmir Tulum peynirinden daha yüksek olmuştur ve sadece ilk gün görülen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Üretimde kullanılan sütlerin bileşimindeki protein çeşidinin ve miktarının farklılığına bağlı olarak olgunlaşma ilerledikçe peynirlerde proteoliz sonucunda oluşan parçalanma ürünleri miktarının farklılaştığı düşünülmüştür. Ayrıca peynir örneklerinde kalıntı pıhtılaştırıcı enzim miktarı da bu farklılığa neden olabilmektedir.



Şekil 4.6: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünen azot değerlerindeki değişim.

Sezen-Demirci (2012) koyun ve keçi Beyaz peynirlerini karşılaştırdığı çalışmasında koyun Beyaz peynirinin suda çözünen azot değerlerinin keçi Beyaz peynirinin suda çözünen azot değerlerinden yüksek olduğunu saptamıştır.

Hayaloglu (2003) ve Koca (1996) pH değeri arttıkça proteolizin hızlandığını ve suda çözünen azot (SÇA) miktarının da arttığını bildirmişlerdir. Scott (1986) sert peynirlerde bulunan enzimlerin pH 4,9-5,5 aralığında maksimum aktivite gösterdiğini belirtirken

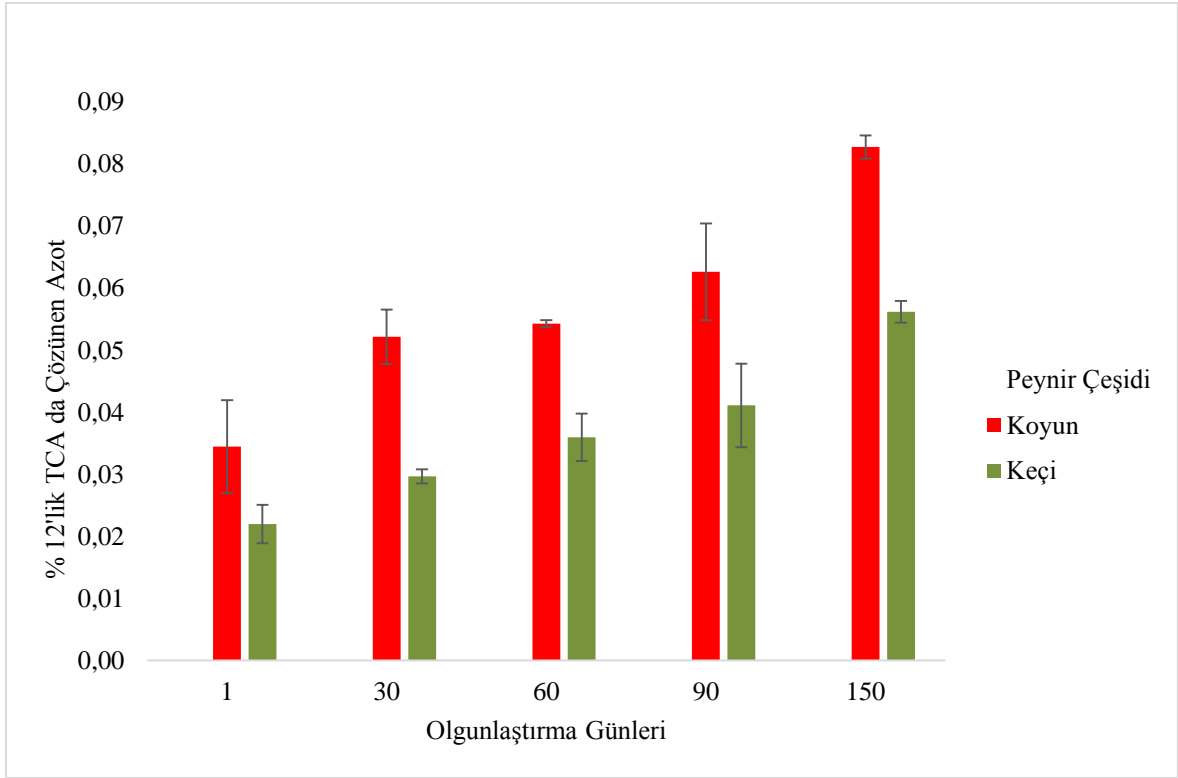
Fernandez del Pozo ve diğ. (1988) kuru madde miktarı düşük olup pH değeri yüksek olan peynirlerde proteolizin arttığını vurgulamışlardır. Çalışmamızda keçi İzmir Tulum peynirinin pH değeri daha yüksek olmasına rağmen pH 4,6'da ÇA değerleri koyun İzmir Tulum peynirinden daha düşük olmuştur. Bu durumun süt türlerinin bileşim farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bir diğer muhtemel sebep ise peynirlerin içerdiği tuz miktarıdır. Keçi İzmir Tulum peynirinde tuz ve kuru maddede tuz değerleri koyun İzmir Tulum peynirinden daha yüksek olmuştur. Bunun da su aktivitesinin düşmesine sebep olarak NSLAB'nin çalışmasını yavaşlattığı ve proteolizin daha yavaş ilerlemesine neden olduğu düşünülmüştür (Yerlikaya, 2012).

Yerlikaya (2012) ve Akan (2020) İzmir Tulum peynirlerinin SÇA değerlerinin olgunlaşma süresince arttığını ve sırasıyla %0,163-0,602 ve 0,22-0,52 değerleri arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Arslaner (2008) çiğ koyun sütünden ürettiği Erzincan Tulum peynirlerinin SÇA değerinin pastörize inek sütünden üretilen ve farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Tulum peynirlerine göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bu durumun sütün ısı işlem görmemesinden ve peynirin tuz içeriğinin daha az olmasından kaynaklandığını vurgulamıştır. Süte uygulanan ısı işlem sonucu denatüre olan serum proteinleri rennetin κ -kazein ile reaksiyonuna engel olmakta ve proteolizi azaltmaktadır (Arslaner, 2008).

4.2.3. %12'lik Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot değerleri

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerine ait %12 TCA'da çözünen azot değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. pH 4,6'da çözünen azot fraksiyonunun aynı hacimde %24'lük TCA çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra çözünmeyen kısım süzülür ve geriye kalan süzöntü 2-22 adet amino asit içeren; 600-15000 Da büyüklüğündeki amino asit ve proteinleri içermektedir. Araştırmacılar bu peptitlerin α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünleri olduğunu bildirmişlerdir (Fox et al., 1996).



Şekil 4.7: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin %12'lik TCA'da çözünen azot değerlerindeki değişim.

Olgunlaşma süresince her iki İzmir Tulum peynirinin %12'lik TCA'da ÇA miktarı artmıştır. Koyun İzmir Tulum peynirinde 60. gün hariç diğer günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Olgunlaşmanın ilk 30 gününde hızlı bir artış olmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinde ise tüm analiz günlerinde değerler artmış ve farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Tüm analiz günlerinde koyun ve keçi İzmir Tulum peyniri değerlerinin farklı olduğu ve bu farklılığın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Koyun İzmir Tulum peynirinin %12'lik TCA'da ÇA değerleri (0,035- 0,083) keçi İzmir Tulum peynirinden (0,022-0,056) daha yüksek olmuştur. Bu sonuç pH 4,6'da çözünen azot değerlerini desteklemektedir.

Akan (2020) çalışmasında İzmir Tulum peynirinin %12'lik TCA'da çözünen azot değerlerinin olgunlaşma ilerledikçe arttığını ve 0,11-0,64 aralığında olduğunu belirtmiştir.

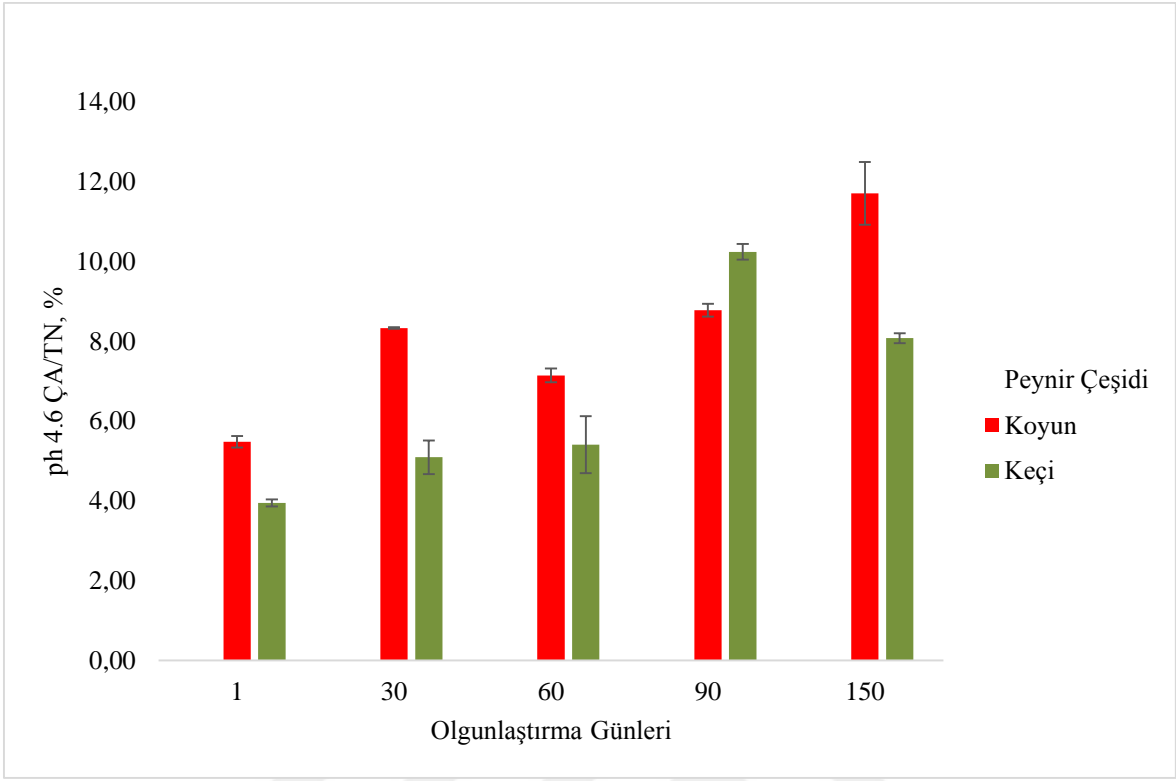
Temizkan (2012) inek, koyun ve keçi kaşar peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma süresince %12'lik TCA'da ÇA miktarının arttığını ve en yüksek değer koyun kaşar peynirinde, en düşük değer ise keçi kaşar peynirinde saptandığını ifade etmiştir.

4.2.4. Olgunlaşma indeksi

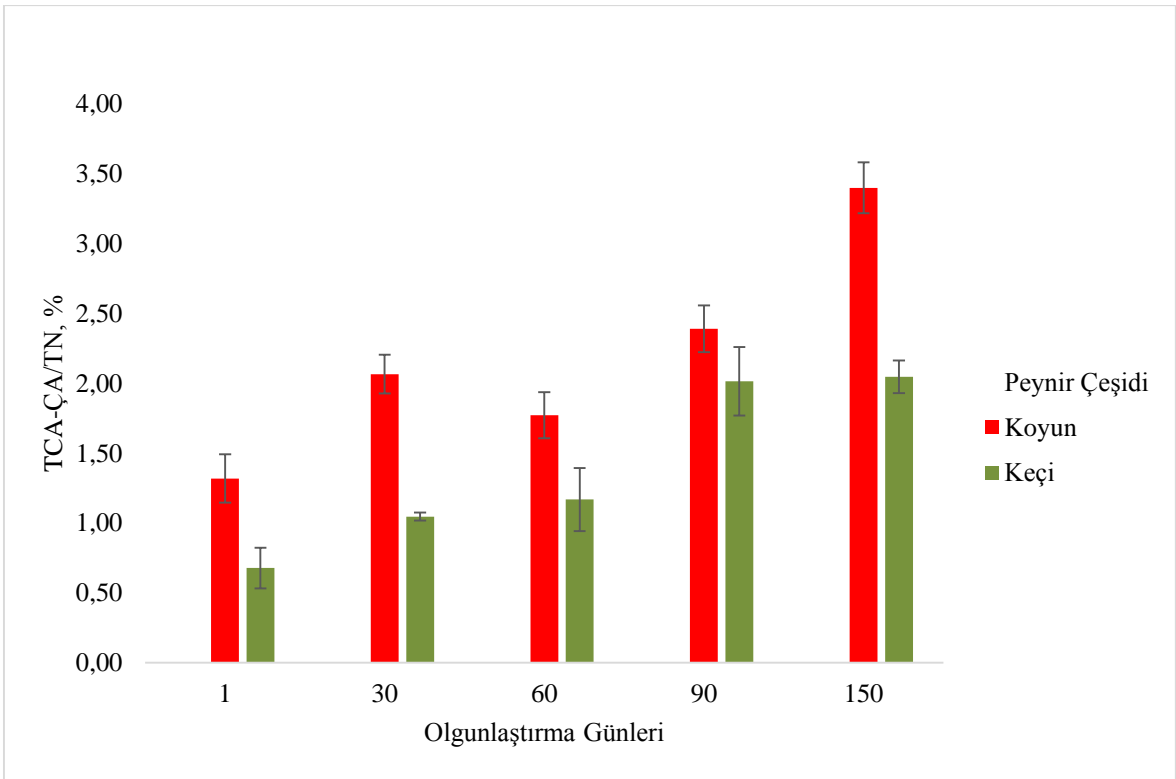
Olgunlaşma indeksi peynirde olgunlaşma sürecinde proteinlerin parçalanma düzeyi (pH 4,6'da çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi) ve küçük molekülü peptitler ile amino asitler hakkında (TCA'da çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi) bilgi veren değer olarak kabul görür. İzmir Tulum peynirlerine ait olgunlaşma indeksleri Çizelge 4.3, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. pH 4,6'da ÇA cinsinden olgunlaşma indeksi değerleri olgunlaşmanın 90. günü dışında koyun İzmir Tulum peynirinde daha yüksek olmuştur. TCA'da ÇA cinsinden olgunlaşma indeksi değerlerinde de koyun İzmir Tulum peyniri daha yüksek değerler almıştır. Peynir çeşitleri arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Yerlikaya (2012) 180 gün olgunlaştırdığı İzmir Tulum peynirlerinin suda çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi değerlerinin 4,87-19,46 arasında olduğunu saptamıştır. Akan (2020) geleneksel yöntemlerle üretilen 180 gün olgunlaştırdığı İzmir Tulum peynirlerinin olgunlaşma indekslerini SÇA cinsinden 4,88-12,74; TCA'da çözünen azot cinsinden 2,47-16,08 aralığında olduğunu belirtmiştir.

Olgunlaşma süresince koyun İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma derecesi değerlerinin değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Aynı zamanda peynir çeşitlerinin birbirinden önemli derece de farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.8: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma indeksi değişimi.

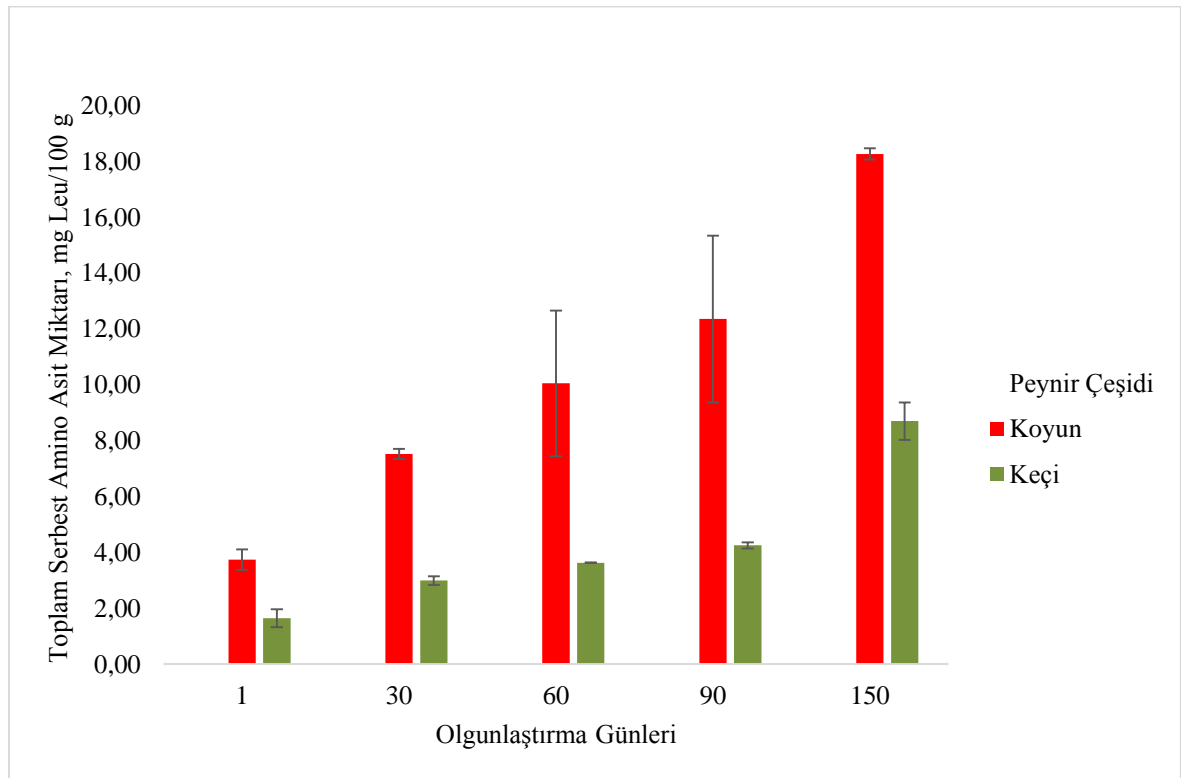


Şekil 4.9: Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin %12'lik TCA'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma indeksi değişimi.

Çayır (2018) Van otlu peynirinde, Sıçramaz (2014) Çerkez peynirinde, Ayyash ve diğ. (2018) az yağlı Akawi peynirinde depolama süresince olgunlaşma derecelerinin arttığını bildirmişlerdir. Sezen-Demirci (2012) koyun Beyaz peynirinde olgunlaşma derecesinin keçi Beyaz peynirinden yüksek saptandığını belirtmiştir.

4.2.5. Toplam serbest amino asit miktarı

Proteoliz, peynirlerde rennetin ilavesi ile başlayıp olgunlaşma süresince devam eder. Serbest amino asitler proteoliz sonucu oluşmakta ve farklı katabolik ürünlere dönüşmektedir (Ertekin et al., 2009). Olgunlaşma süresince koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerine ait toplam serbest amino asit (TSAA) miktarları Çizelge 4.4 ve Şekil 4.10’da verilmiştir. Analiz yönteminin prensibi peptit bağlarının kadminyum reaktifi ile parçalanıp açığa çıkan bir amino grubunun kromojenik bir madde (ninhidrin) ile reaksiyonu sonucu 507 nm’de verdiği absorbans değerinin ölçülmesine dayanmaktadır (Hayaloğlu et al., 2011). Sonuçlar lösün standart eğrisi referans alınarak mg Leu/100 g peynir olarak verilmiştir. Toplam serbest amino asit değerleri %12’lik TCA’da çözünen azot ve pH 4,6’da çözünen azot değerleri ile paralellik göstermiştir. Her iki peynir çeşidinin toplam serbest amino asit miktarı depolama boyunca artmış ve tüm analiz günlerinde görülen artış önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.10: Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin TSAA miktarındaki (mg Leu/100 g peynir) değişim.

Depolama süresince Koyun İzmir Tulum peynirinin toplam serbest amino asit miktarı keçi İzmir Tulum peynirinden yüksek olmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinin toplam serbest amino asit miktarı 1,639-8,769 mg Leu/100 g peynir, koyun İzmir Tulum peynirinin 3,608-18,264 mg Leu/100 g peynir değerleri arasında olmuştur. Olgunlaşmanın 60. gününde değerlerin (7,521; 2,989) ilk gün değerlerine (3,608; 1,639) kıyasla yaklaşık iki kat, 150. gününde (18,264; 8,697) ise dört kat arttığı görülmüştür. En fazla artış her iki İzmir Tulum peynirinin 150. gününde görülmüştür. Hayaloğlu ve diğ. (2007) çalışmalarında Beyaz peynir örneklerinin 90. gün toplam serbest amino asit miktarında keskin bir artış gözlemlediklerini ve olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde görülen bu artışın NSLAB enzimlerinin aktivitesinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Şahingil (2014) çalışmasında 120 günlük olgunlaşma süresince TSAA değerinde en hızlı artışın depolamanın 60. gününde görüldüğünü ifade etmiştir.

Çayır (2018) inek sütü, keçi sütü ve bu sütlerin karışımından ürettiği Hatay köy peynirlerinde keçi sütü miktarının artmasıyla TSAA miktarının da arttığını saptamıştır. Temizkan (2012), koyun, keçi ve inek sütlerinden ürettiği kaşar peynirlerinde toplam serbest amino asit miktarının en yüksek koyun peynirinde, sonrasında keçi ve en düşük inek peynirinde saptadığını bildirmiştir.

Akan (2020) çalışmasında İzmir Tulum peynirinin proteoliz derecesini OPA yöntemi ile belirlemiş ve 180 günlük olgunlaştırmanın sonunda lösün cinsinden amino asit miktarının (1,73-7,11 mg Leu/mL) dört kat arttığını belirtmiştir.

Tekin (2016) koyun sütünden ürettiği ve iki farklı ambalaj materyalinde (deri ve bidon) olgunlaştırdığı Tulum peynirinde toplam serbest amino asit miktarının olgunlaşma ile arttığını, deri ve bidon Tulum peynirlerinde valin (357,2- 232,2 mg/100 g) ve prolin (287,1-279,4 mg/100 g) amino asit miktarlarının en yüksek değerleri aldığını belirtmiştir.

Di Cagno ve diğ. (2003) buzağı renneti ile ürettikleri Fiore Sardo peynirininin 12 ay sonunda toplam amino asit miktarının 86,9 mg/kg peynir olarak belirlemişlerdir.

Tüm analiz günlerinde koyun İzmir Tulum peyniri ile keçi İzmir Tulum peyniri değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Farklılığın koyun sütünün içerdiği protein miktarının (%5,3) keçi sütünün protein miktarından (%3,7) fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Peynir çeşidi, olgunlaşma süresi ve peynir çeşidi× olgunlaşma süresi etkisi TSAA değerleri açısından $P<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Peynirlerin serbest amino asit içeriği süt türüne, üretim prosesine, peynirin içerdiği bakteri florasına, olgunlaşma süresi ve koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Poveda et al., 2004).

4.2.6. Peynirlerde üre-poliakrilamid jel elektroforez (üre-PAGE) ile saptanan proteoliz

pH 4,6 kazeinlerin izoelektrik noktasıdır ve bu pH değerinde proteinlerin yaklaşık %80'ini oluşturan kazeinler presipite olarak çökmektedir. Çözünür formda serum proteinlerinin kaldığı belirtilmektedir (Hayaloğlu, 2003). Belirlenen depolama günlerinde koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-poliakrilamid jel elektroforez analizleri yapılarak sonuçlar Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de verilmiştir.

Tez çalışması kapsamında İzmir Tulum peynirlerinde depolamanın 1, 30, 60, 90 ve 150. günlerinde analizlerin yapılacağı planlanmıştır. Ancak bazı analizler literatüre katkı sunmak amacıyla daha ileri olgunlaşma sürelerinde yapıldığından bu günler de (180, 270, ve 360. gün) çalışmamıza dahil edilmiştir. Elektroforez analizinde bunlardan biri olmuştur.

Şekil 4.11'de verilen elektroforetogram incelendiğinde olgunlaşma ilerledikçe her iki İzmir Tulum peynirinde β -kazein ve α_{s1} -kazein parçalanma ürünlerinin arttığı görülmektedir. α_{s1} -kazein ilk olarak rennet aktivitesi ile Phe23- Phe24 bağından parçalanarak α_{s1} -f1-23 ve α_{s1} -f24-199 fraksiyonlarına ayrılmaktadır. İkinci aşamada α_{s1} -f24-199 fraksiyonu kalıntı pıhtılaştırıcı enzim, süt enzimleri ve mikrobiyal enzimlerin aktivitesi ile daha küçük peptitlere parçalanmaktadır. Son olarak mikrobiyal enzimlerin proteolitik aktivitesi sonucu α_{s1} -kazein fraksiyonları daha küçük peptitlere ve amino asitlere hidrolize olmaktadır (Fox, 1989; Yaşar, 2007).

Keçi İzmir Tulum peynirinde özellikle α_{s1} -kazein degradasyonunun koyun İzmir Tulum peynirinden oldukça yavaş ilerlediği net olarak görülebilmektedir. Koyun İzmir Tulum peynirinde olgunlaşmanın 30. gününde α_{s1} -f102-109 ve hemen altında yer alan α_{s1} -f24-199 peptitlerinin yoğunluklarının arttığı keçi İzmir Tulum peynirinde ise olgunlaşmanın 90. gününde bantların belirginleşmeye başladığı görülmektedir. Keçi sütü diğer küçükbaş sütlerinden daha düşük seviyede α_{s1} -kazein içermektedir. Keçi sütünün α_{s2} -kazein miktarı, α_{s1} -kazeinden fazladır ve sütün temel protein fraksiyonu olarak β -kazein kabul edilmektedir (Yıldırım, 2014). Çalışmamızda saptanan durumun keçi sütünün dolayısıyla peynirinin α_{s1} -kazein içeriğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

İlk gün sonuçları incelendiğinde keçi İzmir Tulum peynirinde γ -kazeinlerin miktarının koyun İzmir Tulum peynirinden fazla olduğu söylenebilir. Peynirlerde saptanan kazein azotu oranları da (Çizelge 4.6) bu sonucu desteklemektedir. Ancak kazein azotu oranlarında yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). γ -kazeinler incelendiğinde β -kazeinin her iki peynirde yavaş hidrolize olduğu görülmektedir. β -kazein parçalanma ürünlerine ait bantlar 1. günde çok az görülmüş olgunlaşmanın 30. gününde renk yoğunluğunun arttığı ancak bantların birbirinden ayrı olarak seçiliminin ancak 60. günde mümkün olduğu görülmüştür.

Hayaloglu ve diğ. (2005), çiğ süt peynirlerinde plazmin aktivitesinin yüksek olmasından dolayı γ -kazein miktarının ısıtma işlem görmüş sütlerden üretilen peynirlere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yarı sert peynirlerde düşük pH değerlerinde kimozen aktivitesinin artması ile α_{s1} -kazein degradasyonunun; yüksek pH değerinde ise plazmin aktivitesinin artması sonucu β -kazein degradasyonunun hızlandığını bildirmişlerdir. Ayrıca peynirin tuz içeriğinin de peptolizi etkilediği bilinmektedir (Karagül Yuceer et al., 2009; Watkinson et al., 2001),

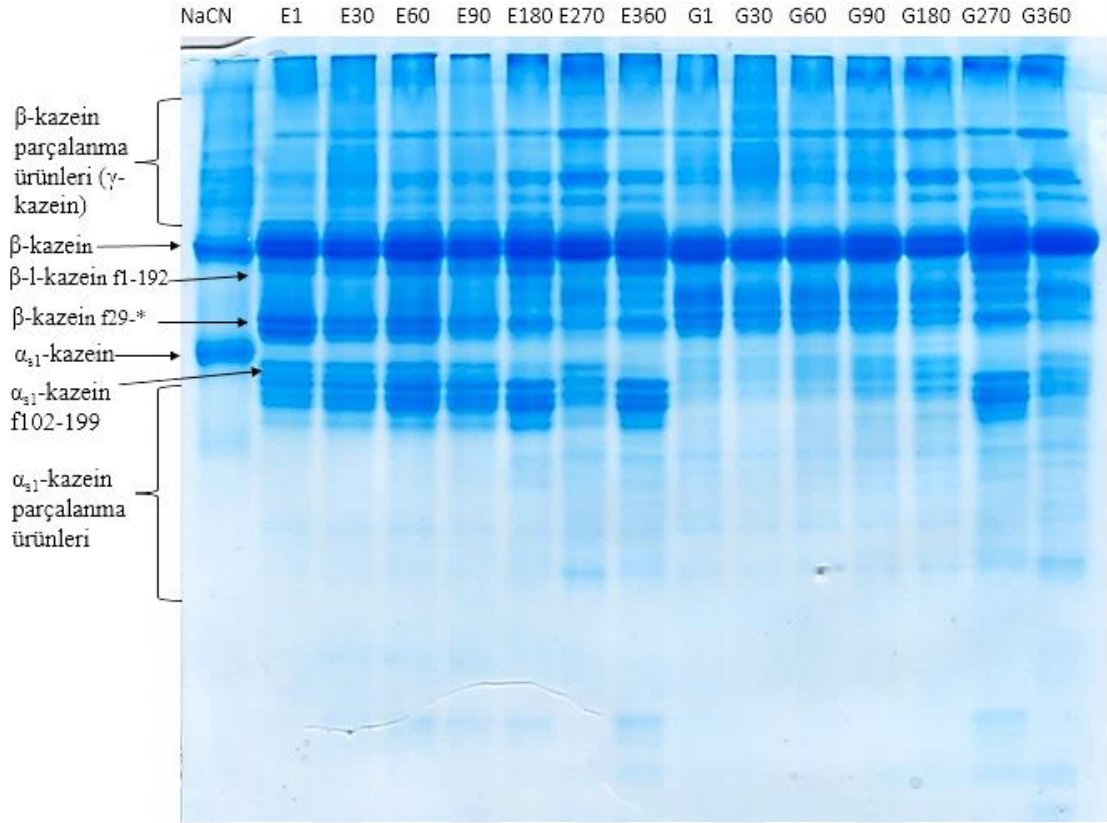
Çizelge 4.5: İzmir Tulum peynirlerinin kazein azotu oranı.

Özellikler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Kazein Azotu Oranı	1	2,47±0,11 ^{bA}	3,13±0,11 ^{cB}
	30	2,31±0,02 ^{abA}	2,70±0,01 ^{bB}
	60	2,85±0,07 ^c	2,92±0,14 ^c
	90	2,39±0,13 ^{bB}	1,83±0,04 ^{aA}
	150	2,15±0,09 ^{aA}	2,52±0,03 ^{bB}

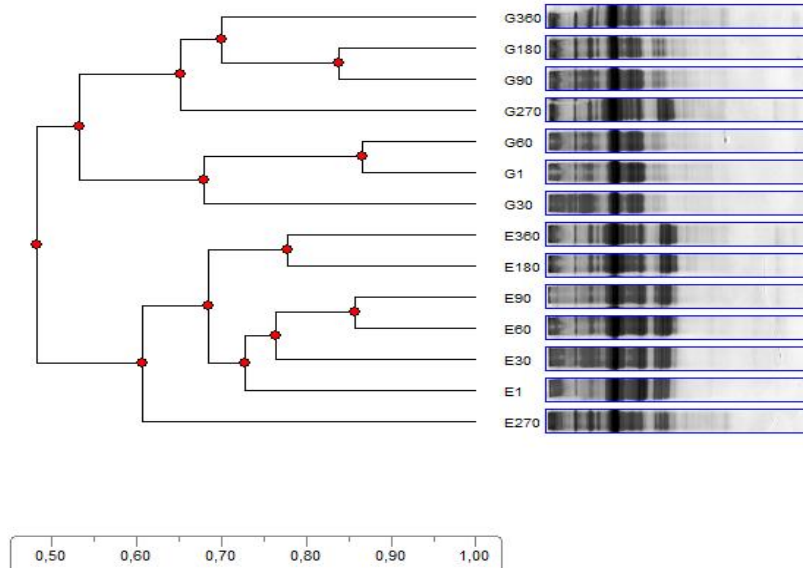
^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P<0,005$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P<0,005$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

İzmir Tulum peynirleri elektroforetogramları çok değişkenli analize (HCA) tabi tutulmuş, (Şekil 4.12) koyun ve keçi İzmir Tulum peynirleri iki farklı küme olarak belirlenmiştir. HCA dendrogramında yukarıdan aşağıya doğru her iki İzmir Tulum peyniri çeşidi kendi arasında kısmen olgunluklarına göre sıralanmıştır. Keçi İzmir Tulum peyniri kendi içinde 1, 30 ve 60. günler ile 90, 180, 270 ve 360. günleri içeren iki farklı alt küme oluşturmuştur. Koyun İzmir Tulum peynirinde ise üç alt kümenin oluştuğundan söz edilebilir. 1, 30, 60 ve 90. olgunlaşma günlerini içeren 1. grup; 180 ve 360. günleri içeren 2. grup ve yalnızca 270. günü içeren 3. grup olarak ifade edilebilir. Grupların, İzmir Tulum peynirlerinin olgunluk düzeylerine bağlı olarak kazein parçalanma ürünlerine göre oluştuğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.11: İzmir Tulum peynirlerinin pH 4,6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-polakrilamid jel elektroforez görüntüleri (Na-CN: sodyum kazeinatif, E: Koyun peynirini, G: Keçi peynirini; 1, 30, 60, 90, 180, 270, 360 depolama günlerini göstermektedir.).



Şekil 4.12: Peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramlarının HCA (kümeleme analizi) dendrogramı (E: Koyun, G: Keçi peynirini; 1, 30, 60, 90, 180, 270 ve 360 olgunlaşma günlerini temsil etmektedir).

4.2.7. RP-HPLC ile elde edilen peptit profilleri

Proteoliz proteinlerin peptit ve amino asitlere parçalanması ile başlayan bir çok biyokimyasal reaksiyonu içeren kompleks bir olaydır. Proteoliz sonucunda oluşan ürünler peynirin yapı ve aromasını direkt ve dolaylı olarak etkilemektedir (Katsiari et al., 2000). İzmir Tulum peynirlerinin peptit profili bileşenlerin polaritesinden yararlanılarak elde edilmiştir. Apolar bir sabit faz içerisinde örnek, polar bir hareketli faz ile geçirilmiş ve bileşenler adsorpsiyon/desorpsiyon işlemi sayesinde kolonu farklı sürelerde terk etmiştir. Uygun dedektör yardımıyla bileşenlerin kalitatif tayini yapılmıştır. Analizin peynirlerdeki peptit konsantrasyonu farklılığını net olarak ortaya koyduğu (Law et al., 1992) ve peptitlerin molekül ağırlığına göre dizilimini sağladığından önemli olduğu belirtilmektedir (McSweeney & Fox, 1997). Olgunlaşma süresince elde edilen peptit profilleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Profiller incelendiğinde ilk göze çarpan her iki İzmir Tulum peynirinde olgunlaşma ilerledikçe pik yüksekliklerinin bir miktar arttığı ve bazı piklerin kaybolup yeni piklerin oluştuğudur. Toplam pik sayısı artış ve azalışlar göstermekle beraber olgunlaşma sonunda başlangıca göre azalmıştır. Hannon ve diğ. (2003) peptitlerin olgunlaşma süresince mikroorganizmaların peptolitik aktiviteleri sonucunda amino asitlere parçalandığını ve peptit miktarının azalabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda İzmir Tulum peynirlerinin toplam serbest amino asit değerleri olgunlaşma süresince artmış ve bu sonucu desteklemiştir.

Koyun İzmir Tulum peyniri peptit profilinde gözlenen piklerin sayısının ve pik yüksekliklerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar pH 4,6'da çözünen azot, %12 TCA'da çözünen azot ve TSAA analiz sonuçlarını destekleyerek proteolizin koyun İzmir Tulum peynirinde daha yoğun olduğunu göstermektedir.

Koyun İzmir Tulum peyniri peptit profilinde piklerin hidrofobik bölgede (45-70 dk) yoğunlaştığı görülmektedir. Hayaloğlu (2003) starter kültür ilevesinin etkilerini araştırdığı çalışmada; starter kültür kullanılmadan üretilen peynirlerin peptit profillerinde hidrofobik bölgede saptanan peptit sayısının daha fazla olduğunu ve bunun starter bakterilerin sahip olduğu güçlü proteolitik enzim aktivesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

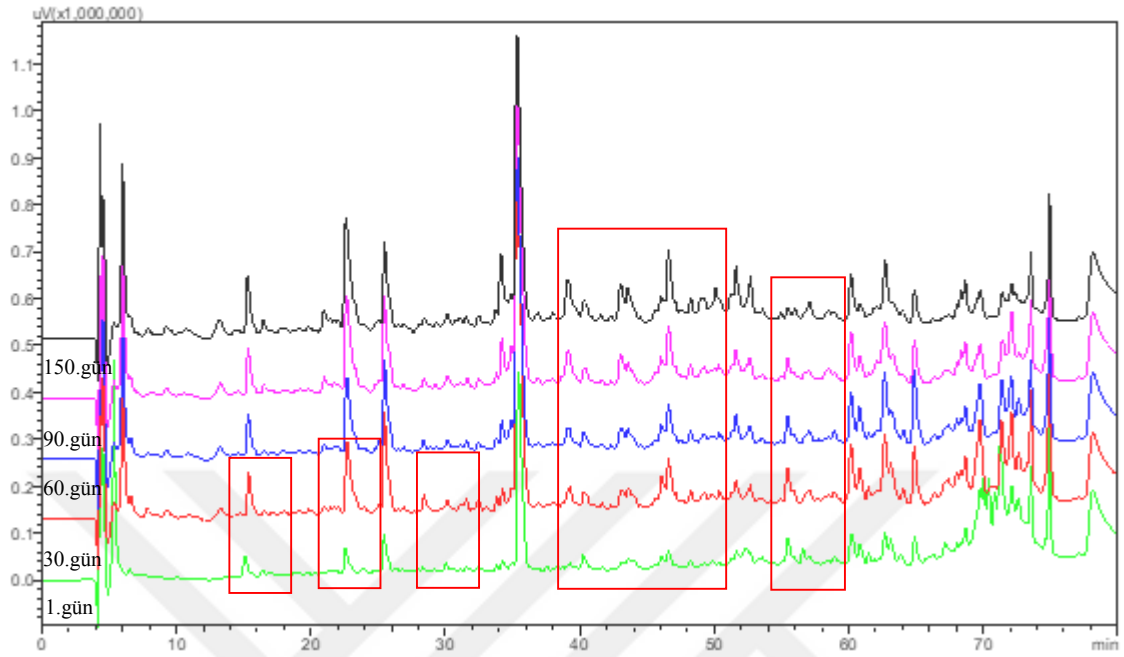
16, 23, 35 ve 60. dakikalarda gelen pikler her iki peynirde görülmüş ancak koyun peynirinde pik alanı ve yüksekliği daha fazla olmuştur. 39,5. dakikada gelen pik çifti yükseklikoyun İzmir Tulum peynirinde 1. gün çok düşük olmuş olgunlaşma ilerledikçe artmıştır. Keçi

İzmir Tulum peynirinde de aynı pik çfti görölmüş ve koyun İzmir Tulum peynirinden daha fazla miktarda olmuştur. 30. dakikada gelen peptidin miktarı keçi peynirinde daha fazla olmuştur. 22. daakikada gelen peptit piki her iki peynirde görölmüş olup olgunlaşma ilerledikçe artış göstermiştir. Aynı şekilde bu peptit koyun İzmir Tulum peynirinde daha fazla olmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinde yaklaşık 23. dakikada gelen peptit koyun İzmir Tulum peynirinde gözlenmemiştir. Koyun peynirinde en yüksek pik 36. dk'da gelen pik olmuştur. Aynı peptidin miktarı keçi İzmir Tulum peynirinde koyun peynirine göre daha az olup artış ve azalışlar göstererek 150. gün maksimum değere ulaşmıştır.

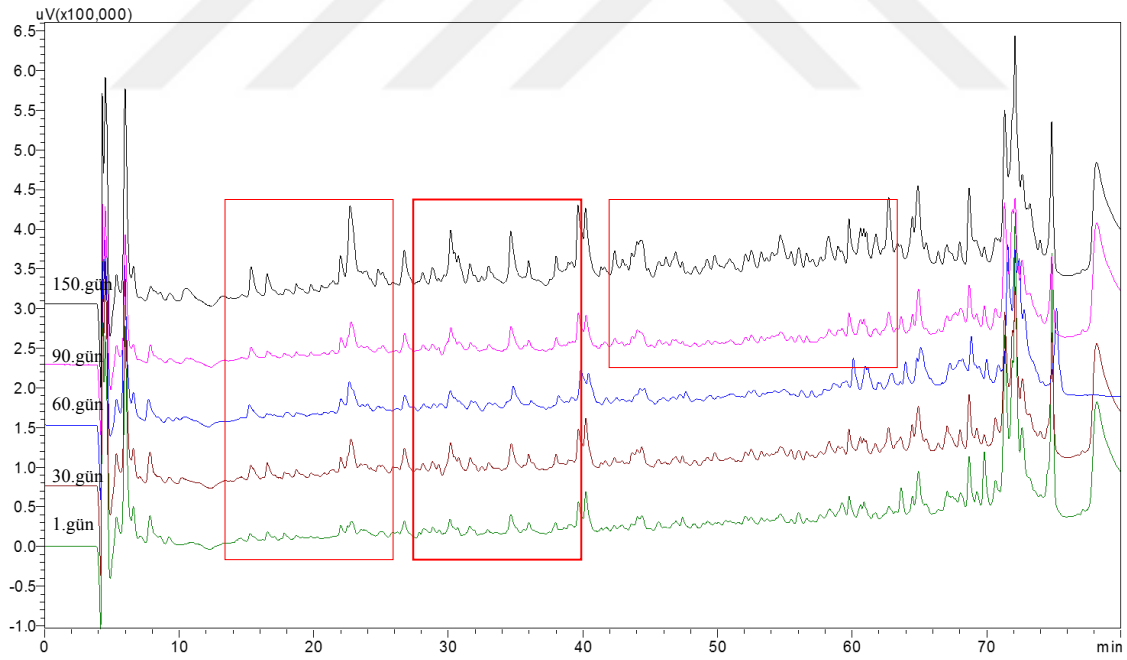
Koyun İzmir Tulum peynirinin peptit profilinde ilk gün peptit sayısı 141 iken keçi İzmir Tulum peynirinde 134 olmuştur. Olgunlaşma ilerledikçe her iki peynirin peptit sayısı azalarak birbirine yakın değerler almıştır.

Keçi İzmir Tulum peynirinin peptit profilinde 26,5. dakikada gelen peptit ilk 30 günde artmış 60. günde azalmış sonrasında tekrar artış göstermiştir. 69,8. dakikada gelen peptidin 1. günden sonra hızlıca azaldığı 90. günde tekrar arttığı görölmüştür. 64. dakikada gelen pik olgulaşma ilerledikçe azalmıştır. 54. dakikada gelen peptidin olgunlaşma ilerledikçe artış ve azalış gösterdiği görölmüştür.

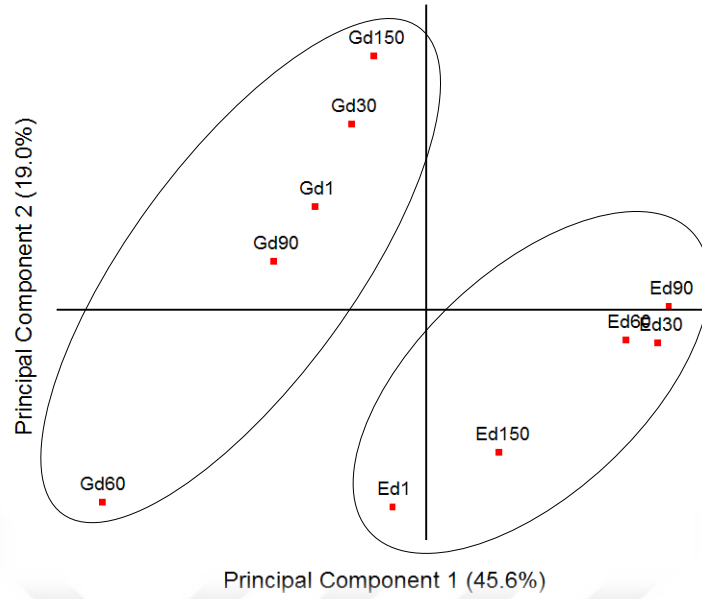
Temel bileşen analizi (PCA), veri kümelerini ortogonal bileşenlere ayırmak için yapılan istatistiksel bir analizdir. İzmir tulum peynirlerinin peptit profilleri PCA (Principal Component Analyse) analizine tabi tutulmuş elde edilen grafik Şekil 4.11'de verilmiştir. PC1 %45, PC2 %19 olarak hesaplanmıştır. Hayaloğlu (2003) peynirlerin PC 1'de olgunluğuna göre, PC 2'de üretim şekli, proses farklılığı (starter, ısıl işlem, tuz, emzim) gibi parametrelere göre sınıflandırılabilceğini belirtmiştir. Grafik incelendiğinde soldan sağa doğru gidildikçe keçi İzmir Tulum peynirlerinin olgunluk düzeylerinin arttığı ancak koyun İzmir Tulum peynirinde düzenli bir ilerleyişin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte PC1'e göre keçi İzmir Tulum peynirlerinin negatif bölgede koyun İzmir Tulum peynirlerinin ise pozitif bölgede kümelenildiği görölmüştür. PC2'ye göre keçi İzmir Tulum peynirlerinin 60. gün profili dışında kalan günlerin pozitif bölgede konumlandığı görölmektedir. Koyun İzmir Tulum peynirleri ise 90. gün dışında negatif bölgede yer almıştır. Keçi İzmir Tulum peynirinin 60. gün peptit profili ile koyun İzmir Tulum peynirinin 1. gün profili her iki Temel bileşenin negatif bölgesinde yer alarak diğerlerinden ayrılmıştır.



Şekil 4.13: Koyun Tulum peynirinin 1, 30, 60, 90 ve 150.günlerine ait peptit profilleri. (Aşağıdan yukarıya 1, 30, 60, 90 ve 150. olgunlaşma günü peptit profili).



Şekil 4.14: Keçi Tulum peynirinin 1, 30, 60, 90 ve 150.günlerine ait peptit profilleri (Aşağıdan yukarıya 1, 30, 60, 90 ve 150. olgunlaşma günü peptit profili).



Şekil 4.15: Keçi Tulum peynirinin 1, 30, 60, 90 ve 150.günlerine ait peptit profillerinin PCA analiz sonucu (E: Koyun peyniri, G: keçi peyniri).

4.3. İzmir Tulum Peynirlerinin Biyoaktivite Değerleri

4.3.1. Antioksidan aktivite değerleri

Peynirlerin antioksidan aktivitesi sahip olduğu proteinler ile olgunlaşma süresince oluşan peptit ve amino asitlerden kaynaklanmaktadır (Pattom & Hongsprabhas, 2013; Power et al., 2013; Pates et al., 2011; Yates et al., 2010). DPPH elektron transferi temelli; DPPH radikalinin maksimum absorbans verdiği 517 nm'deki değerinin antioksidanlar ile reaksiyonu sonucu azalması ve bu değişimin spektrofotometrik yöntem ile belirlenmesi prensibine dayanman bir analiz yöntemidir (Okan et al., 2013).

Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin pH 4.6-SN fraksiyonlarının ABTS* ve DPPH* radikali inhibisyon (mg Trolox/L) değerleri Çizelge 4.6, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de verilmiştir. Koyun İzmir Tulum peynirinin ABTS antioksidan aktivitesi olgunlaşma süresince artarken DPPH antioksidan aktivitesi 60. güne kadar artmış sonrasında düşmüştür. Keçi İzmir Tulum peynirinin ABTS antioksidan aktivitesi de olgunlaşma ilerledikçe artmış, DPPH antioksidan aktivitesi ise artış ve azalışlar göstermiştir.

Her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinin ABTS antioksidan aktivite değerleri karşılaştırıldığında 30. gün dışında keçi İzmir Tulum peynirinin daha yüksek değerler aldığı görülmüştür. Peynir çeşitleri arasında olgunlaştırmanın 30, 90 ve 150. günlerimde görülen

farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Koyun İzmir Tulum peynirinin olgunlaşmanın ilk 30 gününde ABTS antioksidan aktivite değerinde görülen artış istatistiksel olarak önemli bulunmazken sonraki günlerde görülen artışlar önemli olmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinde ise tüm analiz günlerinde görülen artışlar önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Koyun İzmir Tulum peynirinin DPPH antioksidan aktivitesi değerleri 60. güne kadar artarken keçi İzmir Tulum peynirinde tam tersi bir durum gözlenmiş olup değerler düşüş göstermiştir. Ancak keçi İzmir Tulum peynirinde görülen bu düşüş istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). 60. günden sonra koyun İzmir Tulum peyniri değerleri düşmüş keçi İzmir Tulum peyniri değerleri ise artmıştır. Her iki peynir çeşidi karşılaştırıldığında tüm olgunlaştırma günlerinde koyun İzmir Tulum peyniri daha yüksek değerler almış ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.6: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin pH 4.6-SN fraksiyonların ABTS* ve DPPH* radikali inhibisyon (mg Trolox/L) değerleri.

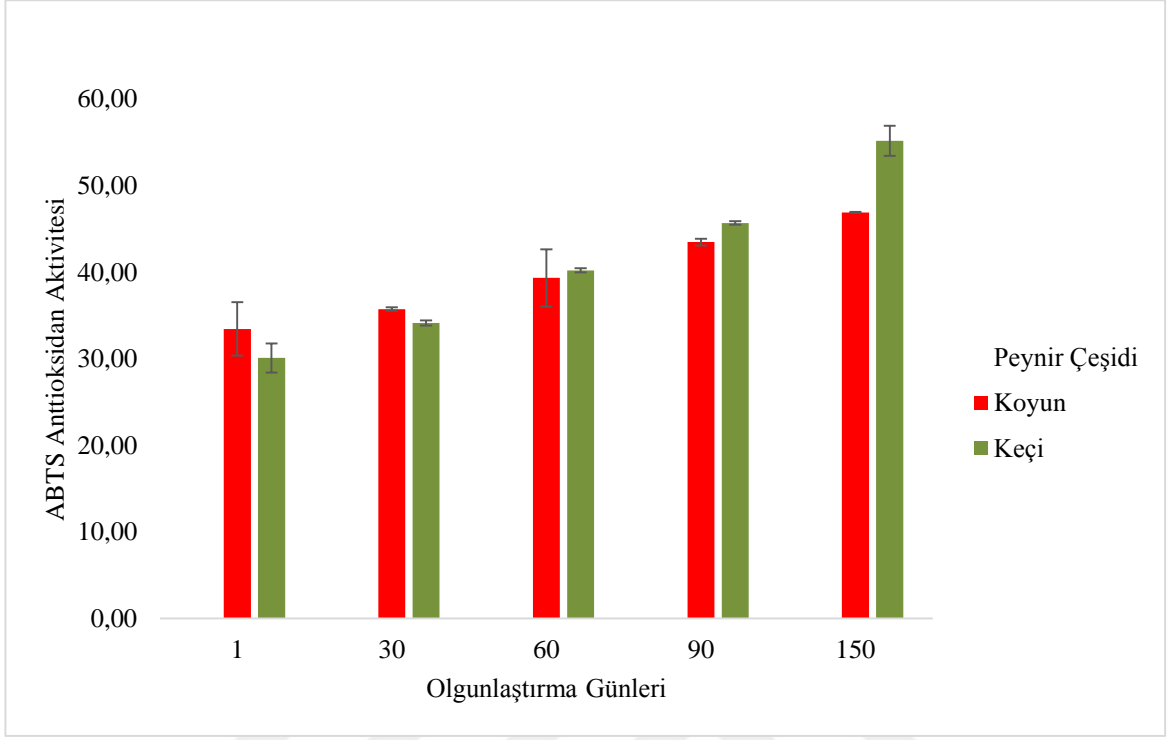
Özellikler	Günler	Koyun Peyniri	Keçi Peyniri
ABTS -Antioksidan Aktivite	1	33,46±1,54 ^a	30,10±0,84 ^a
	30	35,74±0,10 ^{aB}	34,16±0,15 ^{bA}
	60	39,35±1,65 ^b	40,23±0,12 ^c
	90	43,49±0,19 ^{cA}	45,71±0,11 ^{dB}
	150	46,92±0,03 ^{dA}	55,19±0,86 ^{eB}
DPPH-Antioksidan Aktivite	1	125,76±0,80 ^{aB}	104,41±5,67 ^{aA}
	30	129,98±0,53 ^{bB}	105,30±3,14 ^{aA}
	60	138,91±0,26 ^{dB}	97,73±5,31 ^{aA}
	90	131,55±0,52 ^{cB}	115,44±0,44 ^{bA}
	150	125,76±0,37 ^{aB}	120,03±0,35 ^{bA}

^{A,B}: Aynı satırda gösterilen değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

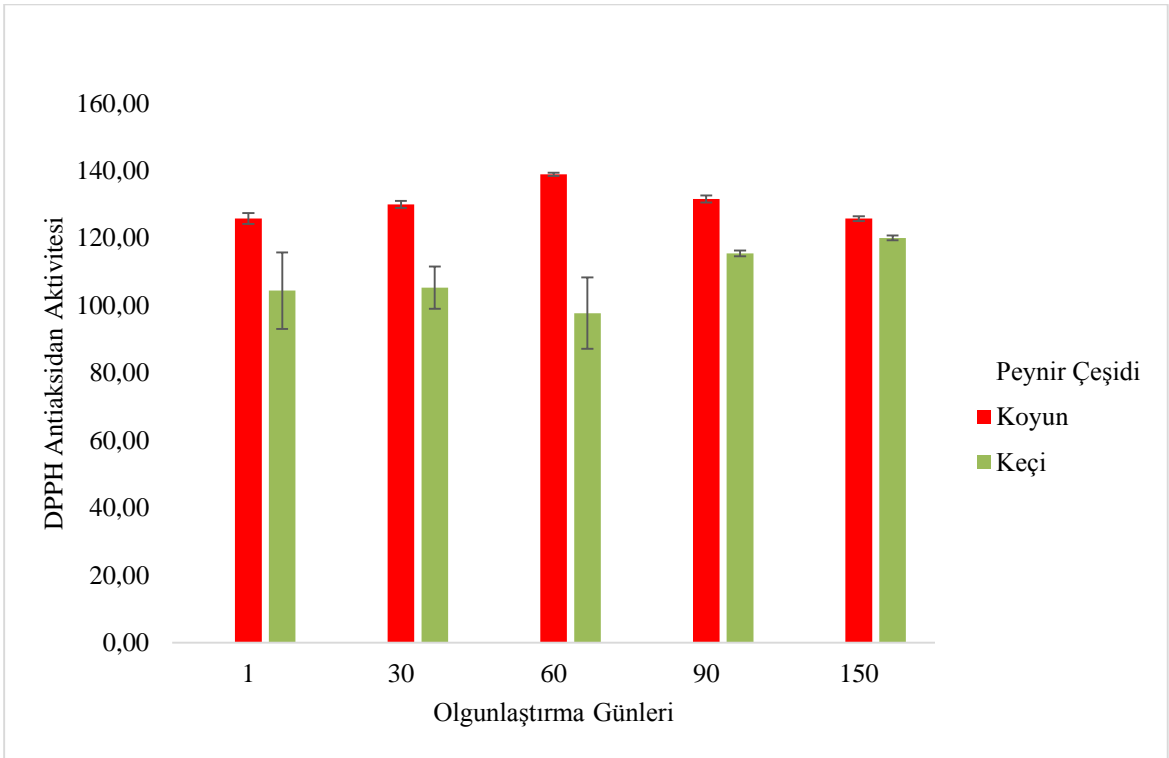
^{a,b,c}: Aynı sütünde yer alan değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Bazı araştırmacılar peynirlerin antioksidan aktivitesinin olgunlaşma başlangıcında artış gösterdiğini sonrasında düşüşlerin yaşanabileceği belirtmiştir (Gupta et al., 2009; Erkaya & Şengül, 2015; Revilla et al., 2016; Koçak, 2017). Bu durumun proteoliz sonucu biyoaktif peptitlerin parçalanarak biyoaktivitelerinin kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca düşük molekül ağırlıklı peptitlerin antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu (Gupta et al., n.d.; Mirzaei et al., 2015; Peng et al., 2009; Sakanaka et al., 2005) bununla beraber yeni oluşan peptitlerin amino asit kompozisyonunda etkili olduğu ve antioksidan aktivite değerini etkilediği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Sonklin et al., 2018).

Araştırmacılar antioksidan aktiviteye sahip peptitlerin daha çok hidrofobik özellikte olduğunu ifade etmiştir (Gürkan, 2019).



Şekil 4.16: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca ABTS* değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişim.



Şekil 4.17: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca DPPH* antioksidan aktivite değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişim.

Öztürk (2015), inek ve keçi Tulum peynirleri ile yapmış olduğu çalışmasında süt çeşidinin, depolama süresinin ve bu iki özelliğin interaksyonunun peynirlerin antioksidan aktivite değerlerini önemli düzeyde etkilediğini belirtmiştir ($P<0,01$).

Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin antioksidan aktivite değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Analiz sonucunda peynir çeşidinin DPPH antioksidan aktivite değerleri üzerinde, olgunlaşma süresinin ise ABTS antioksidan aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Peynir çeşidi ve olgunlaşma süresi interaksyonunun her iki antioksidan aktivite üzerinde etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P<0,001$).

Çizelge 4.7: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin antioksidan aktivite değerlerinin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Peynir Çeşidi	ABTS -Antioksidan Aktivite	1	8,219	12,363	0,006
	DPPH-Antioksidan Aktivite	1	2378,839	330,774	<0,001
Olgunlaşma Süresi	ABTS -Antioksidan Aktivite	4	235,456	354,173	<0,001
	DPPH-Antioksidan Aktivite	4	51,846	7,209	0,005
Peynir Çeşidi× Olgunlaşma Süresi	ABTS -Antioksidan Aktivite	4	19,919	29,962	<0,001
	DPPH-Antioksidan Aktivite	4	168,680	23,455	<0,001
Hata	ABTS -Antioksidan Aktivite	10	0,665	-	-
	DPPH-Antioksidan Aktivite	10	7,192	-	-

4.3.2. ACE-inhibisyon aktivitesi

Peynirlerin ACE-inhibisyon aktivitesi proteoliz sırasında açığa çıkan peptitlerin ACE enzimini bloke edebilme yeteneği ile ilgilidir. Peptitler, laktik asit bakterilerinin proteolitik enzim aktiviteyi sonucu ortaya çıkmaktadır. Peptitlerin ACE-inhibitör aktivitesi sahip olduğu amino asit sayısına, dizilimine ve çeşidine bağlı olarak değişmektedir (Meisel et al., 1997).

İzmir Tulum peynirlerinin depolamanın 1, 30, 60, 90, 150, 180, 270 ve 360. günlerinde sahip olduğu antihpertansif aktiviteleri belirlenmiş ve olgunlaşma süresince görülen değişim Çizelge 4.8 ve Şekil 4.18’de verilmiştir. Analiz, HHL’nin anjiyotensin dönüştürücü enzim

tarafından hippürük aside hidrolizi ve oluşan hippürük asit miktarının belirlenmesi temeline dayanmaktadır (Kocak et al., 2020).

Her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinin ACE-inhibitör aktivitesi olgunlaşma sonunda maksimum değere ulaşmıştır. Koyun İzmir Tulum peyniri olgunlaşmanın başlangıcında keçi İzmir Tulum peynirine göre daha yüksek ACE-inhibitör aktiviteye sahip olmuş ancak olgunlaşma süresi ilerledikçe aralarındaki fark azalmıştır. Koyun İzmir Tulum peyniri ACE-inhibitör aktivite değerleri %43,53-94,71; keçi İzmir Tulum peyniri değerleri %15,07-88,37 aralığında olmuştur. Koyun İzmir Tulum peynirinin aktivite değerlerinde olgunlaşma süresince artış ve azalışlar olmuştur. Araştırmacılar bu durumu biyoaktif peptitlerin ileri proteolizi sonucu aktivitelerini kaybetmeleri ile açıklamışlardır (Meira et al., 2012; Ryhänen et al., 2001).

Bütikofer ve diğ. (2008) Emmental peynirinin olgunlaşma süresince ACE-inhibisyon aktivitesinin arttığını, Gruyere peynirinde ise olgunlaşma ile aktivitenin düştüğünü belirlemişlerdir. Çalışmada farklı peynirlerde icelenerek peynir çeşidinin ve üretim koşullarının ACE-inhibitör kapasitesini etkilediğini ifade etmişlerdir.

Ryhänen ve diğ. (2001) Festivo peynirini inceledikleri çalışmalarında olgunlaşmanın 42. gününde %10 olan ACE-intibisyon aktivitesinin 90.günde %50 olduğunu saptamışlardır.

Gómez-Ruiz ve diğ. (2006) çeşitli peynirleri araştırdıkları çalışmalarında proteoliz derecesi en yüksek olan peynirin ACE-inhibisyon aktivitesinin de diğer peynirlerden yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.8: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin antihipertansif aktivite değerleri.

Özellikler	Günler	Koyun Peyniri	Keçi Peyniri
ACE-İnhibisyon Aktivitesi (%)	1	43,53±0,87 ^{aB}	15,07±0,01 ^{aA}
	30	62,23±0,61 ^{bc}	47,69±10,60 ^b
	60	56,56±2,84 ^{ab}	56,204±1,40 ^b
	90	76,36±17,83 ^{cd}	56,98±11,62 ^b
	150	63,99±0,93 ^{bcB}	57,95±0,44 ^{bA}
	180	82,47±8,04 ^{de}	80,40±0,20 ^c
	270	90,76±1,78 ^{de}	88,37±0,22 ^c
	360	94,72±0,01 ^{eB}	87,65±0,29 ^{cA}

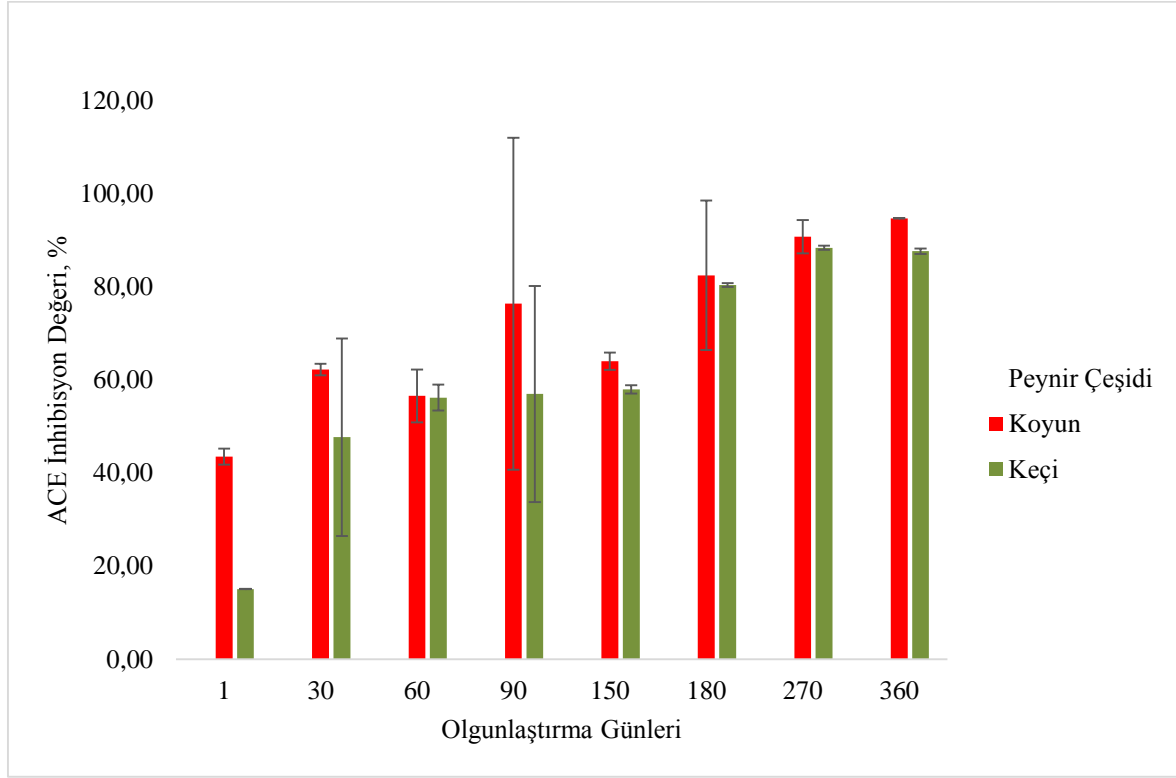
^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

İzmir Tulum peynirlerinin ACE-inhibitör aktivite değerlerinin varyans analiz sonucu Çizelge 4.9'da verilmiştir. Peynir çeşidi, olgunlaşma süresi ve bunların interaksyonu antihipertansif aktivite değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur ($P<0,001$).

Gupta ve diğ. (2013), Cheddar peynirinde olgunlaşma ile ACE-inhibisyon aktivitesinin arttığını, özellikle 60. günden sonra önemli bir artış ($P<0,05$) olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmacılar Beyaz peynirin ACE-inhibisyon aktivitesinin olgunlaşma süresi, kültür ilavesi, ambalaj materyali ve peptit büyüklüğünden önemli düzeyde etkilendiğini bildirmişlerdir (Gürkan, 2019; Şahingil et al., 2014).



Şekil 4.18: İzmir Tulum peynirinin olgunlaşma boyunca ACE-inhibisyon değerlerinde (%) meydana gelen değişim.

Çizelge 4.9: Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin ACE-inhibitör aktivite değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Peynir Çeşidi	ACE-İnhibitör Aktivitesi	2	2844,240	105,461	<0,001
Olgunlaşma Süresi	ACE-İnhibitör Aktivitesi	7	1233,187	45,725	<0,001
Peynir Çeşidi× Olgunlaşma Süresi	ACE-İnhibitör Aktivitesi	14	321,784	11,931	<0,001
Hata	ACE-İnhibitör Aktivitesi	24	0,665	-	-

4.4. İzmir Tulum Peynirlerinin Reolojik Özellikleri

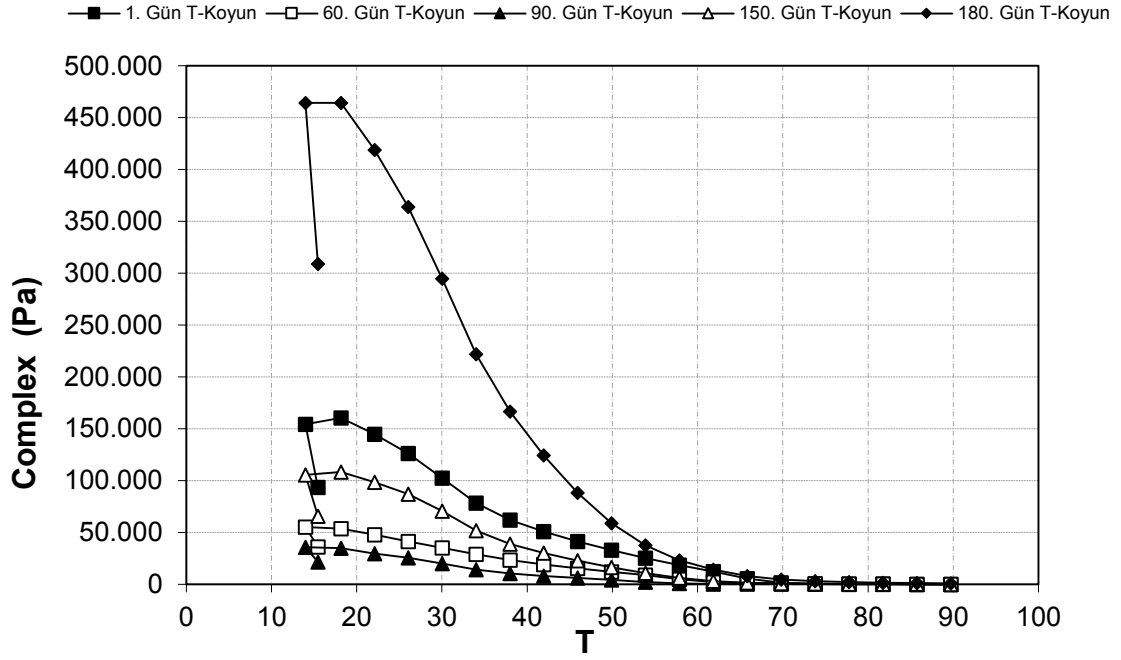
İzmir Tulum peynirlerinin reolojik analiz sonuçları Şekil 4,19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de verilmiştir. Analizler olgunlaşmanın 180. gününe kadar yapılabilmektedir. 270. depolama gününde peynirlerden reolojik analiz için uygun örnek alınamamıştır. Peynirlerde proteoliz ilerledikçe oluşan yeni iyonik gruplar ortamdaki suyu bağlayarak peynir yapısını sert ve

kırılğan bir hal almasına neden olmaktadır (Creamer & Olson, 1982b; Hayaloğlu et al., 2011).

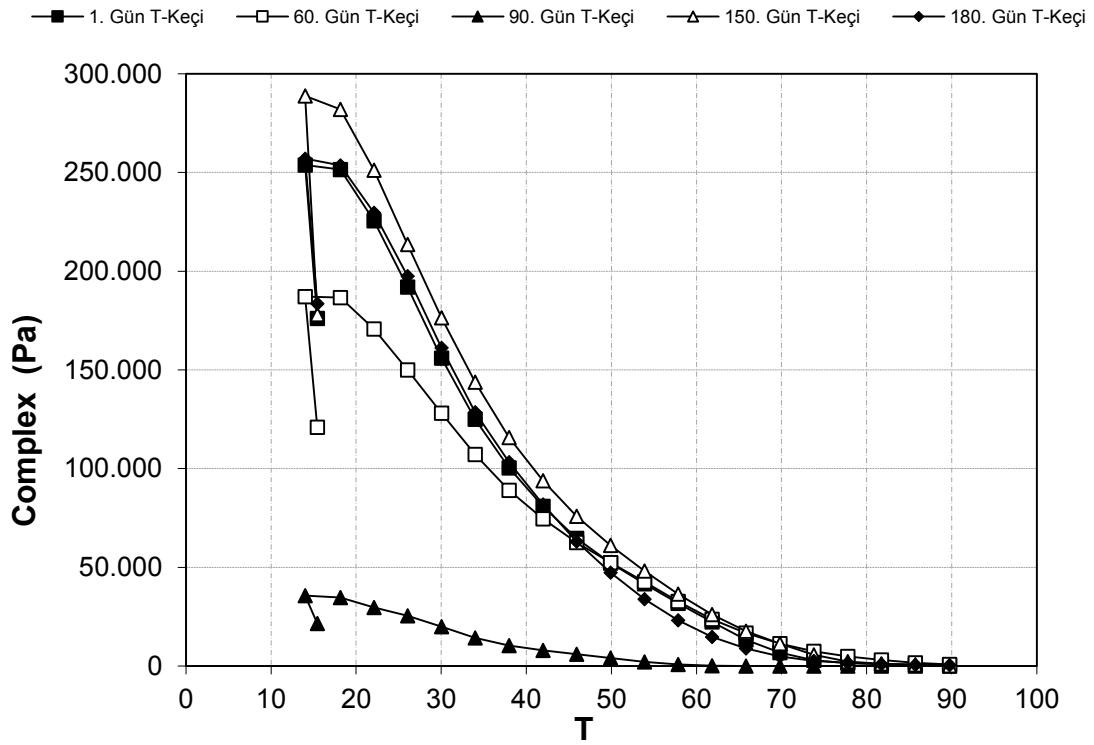
Koyun İzmir Tulum peynirinin sıcaklık taraması analizinde (Şekil 4.19) en yüksek dinamik kompleks modül değerini 180. gün (464.200 Pa; 18,14 °C) peynir örneği almıştır. Onu sırasıyla 1 (160.600 Pa) , 150 (108.200 Pa), 60 (53.790 Pa) ve 90. gün (34.660 Pa) sonuçları izlemiştir. Keçi İzmir Tulum peynirinde sıralama 150 (288.816 Pa; 13,99 °C), 180 (257.097 Pa), 1 (253.764 Pa), 60 (187.111 Pa) ve 90. gün (35.611 Pa) olarak ilerlemiştir. 1 ve 180. gün değerleri yaklaşık aynı olmuştur. Koyun İzmir Tulum peynirinde 180, keçi İzmir Tulum peynirinde ise 90. gün grafiği diğer günlerden önemli bir farklılık göstermiştir. Koyun peynirinde 70 °C, keçi peynirinde ise 80 °C'den sonra tüm günlere ait eğriler çakışmış ve olgunlaşma günleri arasındaki farklılık ortadan kalkmıştır. Sıcaklık artışı peynirde kazein jel yapısını yumuşatmakta ve peynir yağının katı/sıvı oranını azaltmaktadır. Bu nedenle yağ bir dolgu maddesi gibi davranmakta ve peynirin mekanik özelliklerine etkisi azalmaktadır (Hayaloğlu et al., 2011).

İzmir Tulum peynirlerinin frekans taraması analizinde elde edilen dinamik elastik (G') ve vizkoz (G'') modül grafikleri Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde her iki İzmir Tulum peynirinin tüm olgunlaştırma günlerinde G' değerlerinin G'' değerlerinden yüksek olduğu, yani peynirlerde elastik davranışın baskın olduğu ve İzmir Tulum peynir örneklerinin viskoelastik katı özelliği gösterdiği görülmektedir.

Çayır (2018) süt çeşidinin (inek ve keçi) Hatay köy peyniri üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada olgunlaşma ilerledikçe elastikiyet değerlerinin düştüğünü saptamıştır. Ayrıca peynirlerde inek sütü miktarı arttıkça elastikiyetin arttığını ancak sadece olgunlaşmanın 1. gününde %100 inek sütünden yapılmış peynirin farklılığının istatistiksel olarak önemli bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmada esneklik değerlerinin olgunlaşmanı ilerlemesi ile düştüğü ve peynirlerde kullanılan keçi sütü oranının artmasıyla esnekliğin arttırdığı saptanmıştır. Araştırmacı bu durumun peynirlerin kuru madde miktarı ile ilişkili olduğunu, kuru madde miktarının azalması ile elastiklik ve esneklik değerlerinin düştüğünü ifade etmiştir.

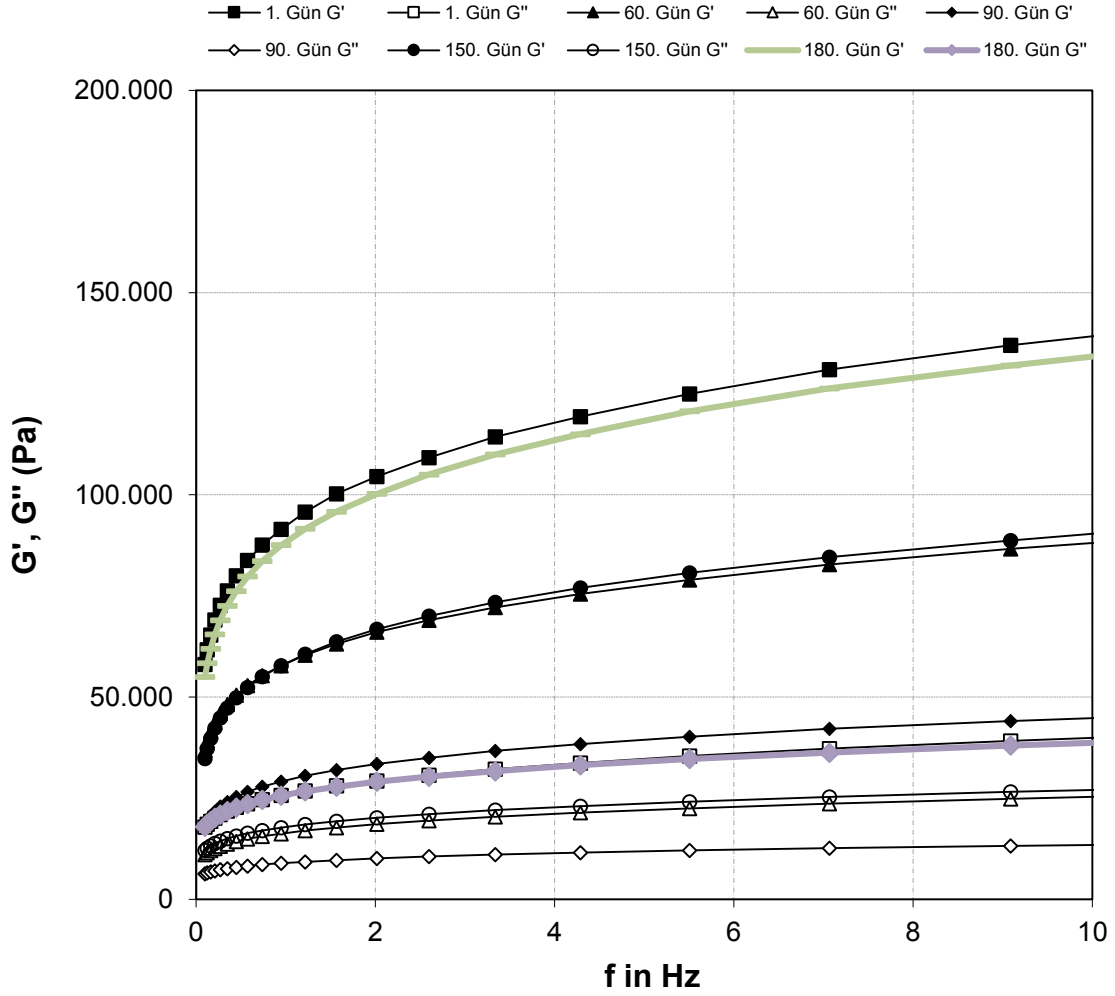


(a)



(b)

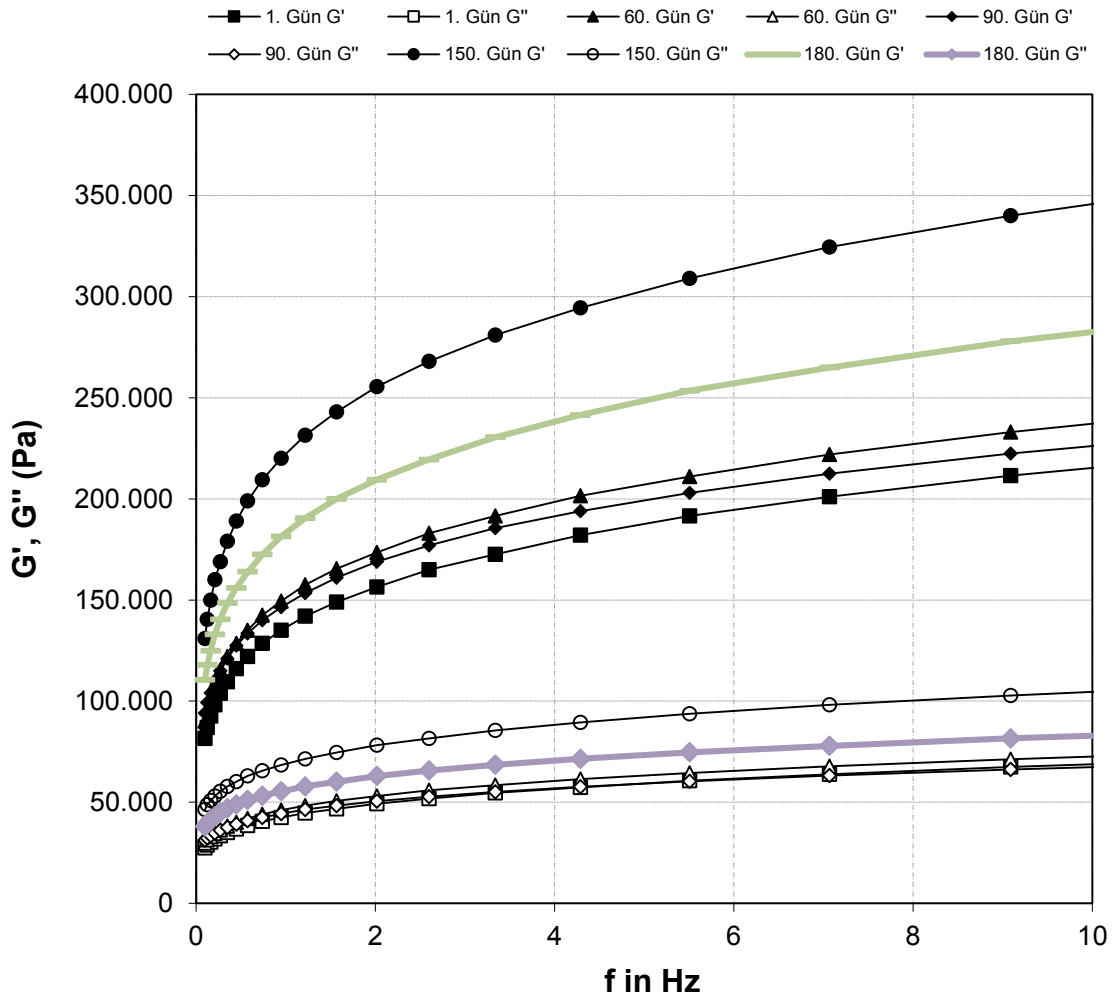
Şekil 4.19: Koyun(a) ve keçi (b) İzmir Tulum peynirlerinin dinamik kompleks modülünün olgunlaşma süresince sıcaklık ile olan değişimi.



Şekil 4.20: Koyun İzmir Tulum peyniri dinamik elastik ve vizkoz modül değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Koyun İzmir Tulum peynirinde 60 ve 150. gün G' değerleri 2 Hz frekansına kadar aynı olmuş sonrasında çok az farklılaşmıştır. Bahsedilen olgunlaşma günlerinin G'' değerleride birbirine çok yakın olmuştur. 1 ve 180. olgunlaştırma günlerinin G' ve G'' değerleri birbirine yakın olmuştur. 90. gün elastik ve vizkoz modül değerleri diğer günlerden düşük ve farklı olmuştur. Keçi İzmir Tulum peynirinde en yüksek G' ve G'' değerleri depolamanın 150. günündede görülmüştür. 1, 60 ve 90. gün G'' eğrileri çakışmıştır. Yani olgunlaşmanın ilk 90 gününde keçi İzmir Tulum peynirinin vizkoz modül değeri önemli bir değişime uğramamıştır. Ancak elastik modül depolamanın 150. günü maksimum değere ulaşmış ve sonrasında azalmıştır. Peynirlerin olgunlaşma sürecinde reolojik özelliklerde meydana gelen değişimlerden büyük ölçüde proteolizin sorumlu olduğu önceki çalışmalarda belirtilmiştir.

Bununla beraber çözünür kalsiyum miktarının da en az proteoliz kadar etkili olduğu ileri sürülmüştür (Lucey et al., 2005; O'Mahany et al., 2005). Lucey ve diğ. (2005) çalışmalarında çözünür kalsiyum miktarı arttıkça peynirin daha vizkoz bir hal aldığı saptamışlardır. Joshi ve diğ. (2003) peynirde çözünür kalsiyum miktarı arttıkça proteolizinde hızlandığını ve çözünür protein oranının arttığını vurgulamışlardır.



Şekil 4.21: Keçi peyniri dinamik elastik ve vizkoz modül değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

İzmir Tulum peynirlerinin olgunlaşma ilerledikçe reolojik davranışları birbirinden farklılık göstermiştir. Bunun en önemli sebebinin peynirlerin bileşimindeki farklılıklar olduğu daha önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Hayaloğlu et al., 2011). Çalışmamızda olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin pH, nem, protein ve tuz değerleri değişiklik göstermiştir. Leo ve Klostermeyer (2001) pH değerinin peynirin yapısal özelliklerine olan

etkisini araştırdığı çalışmasında pH değeri 6 olduğunda vizkoz davranışın; pH değeri 5 olduğunda elastik davranışın baskın olduğunu saptamıştır.

4.5. İzmir Tulum Peynirlerinin Aroma Maddeleri

Süt türevli fermente ürünlerde aroma, süt bileşenlerinin (protein, yağ, laktoz vb.) enzimatik hidrolizi sonucu oluşmaktadır (Sezen-Demirci, 2012). Aroma bileşiklerinin oluşmasının temelinde kazein degradasyonunun olduğu bilinmektedir. Bununla beraber lipoliz kfle olgunlaştırılan peynirlerde daha çok dikkat çekmektedir. Glikoliz ise laktozun fermentasyonu ile oluşan aroma maddelerinden sorumludur (Smit et al., 2000).

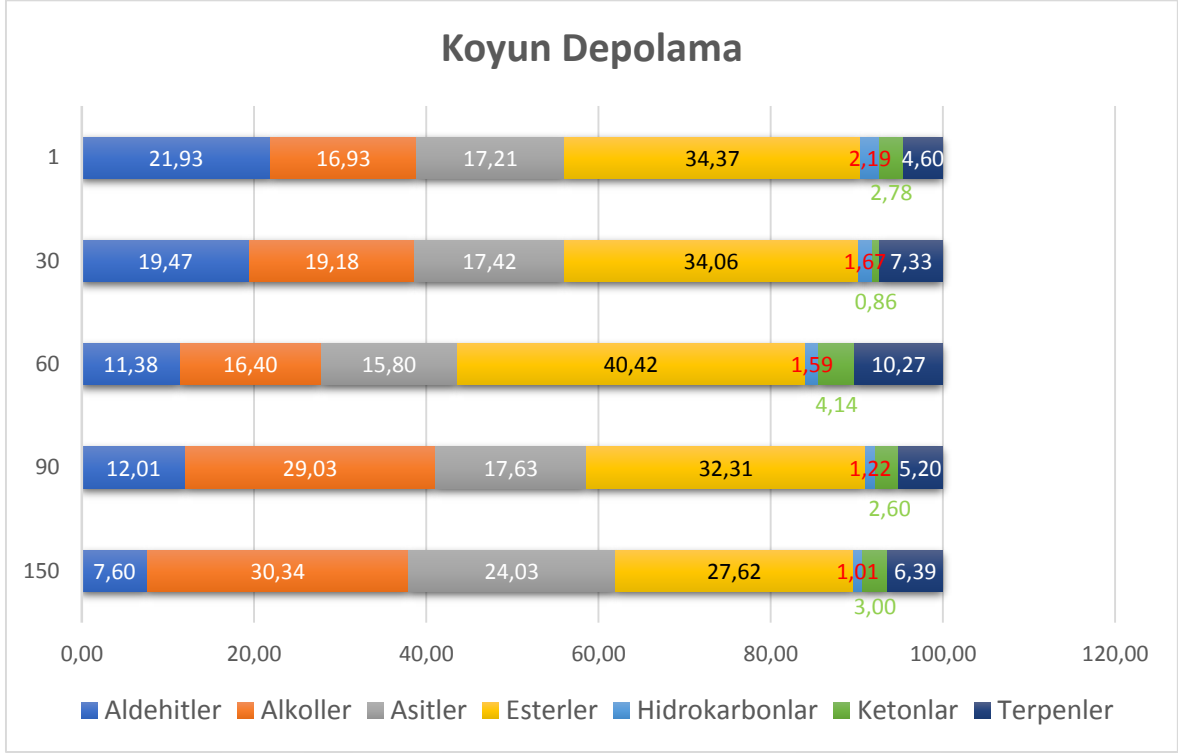
İzmir Tulum peynirlerinin GC-MS ile elde edilen aroma bileşikleri ve bunların olgunlaşma süresince değişimleri (%) Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te verilmiştir. Çalışmada belirlenen uçucu bileşikler kimyasal gruplarına göre ayrı başlıklar altında verilmiş ve sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır. Tüm sonuçlar iki ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir Tulum peynirlerinde kimyasal yan gruplarına göre 6 asit, 16 alkol, 14 aldehit, 23 ester, 4 alkan-alken, 8 keton, 12 terpen bileşiği olmak üzere toplam 83 farklı uçucu bileşik saptanmıştır. Olgunlaşma süresince koyun İzmir Tulum peynirinde 79, keçi İzmir Tulum peynirinde 72 uçucu bileşik belirlenmiştir. Tekin (2016), koyun Karaman Tulum (Tuluk) peynirinde 88, Sezen-Demirci (2012) koyun beyaz peynirinde 40, keçi beyaz peynirinde 60 farklı uçucu bileşik saptamışlardır.

Koyun İzmir Tulum peyniri verileri incelendiğinde (Şekil 4.21) olgunlaşma ilerledikçe toplam aldehit miktarında (%) düzenli bir azalış olduğu grlmştr. Alkol ve asit miktarları olgunlaşmanın son günlerinde artış göstermiştir. Olgunlaşmanın başlangıcında esterler baskın aroma grubu iken 150. günde alkoller baskın grup olmuştur. Peynirlerde lipoliz sonucu açığa çıkan küçük ve orta zincirli serbest yağ asitleri; asit miktarında artışlara neden olmakla beraber peynirde oluşan aldehit, keton, lakton, alkol ve ester bileşiklerinin de öncüsü niteliğindedirler (Collins et al., 2003; Tekin & Güler, 2019a).

Tekin (2016) keçi derisinde olgunlaştırılan Karaman Tulum peynirinde olgunlaşmanın 180. gününe kadar asitlerin, 270. gününde ise ketonların baskın aroma grubu olduğunu saptamıştır. Bidonda olgunlaştırılan peynirlerde olgunlaşmanın 180. gününe kadar

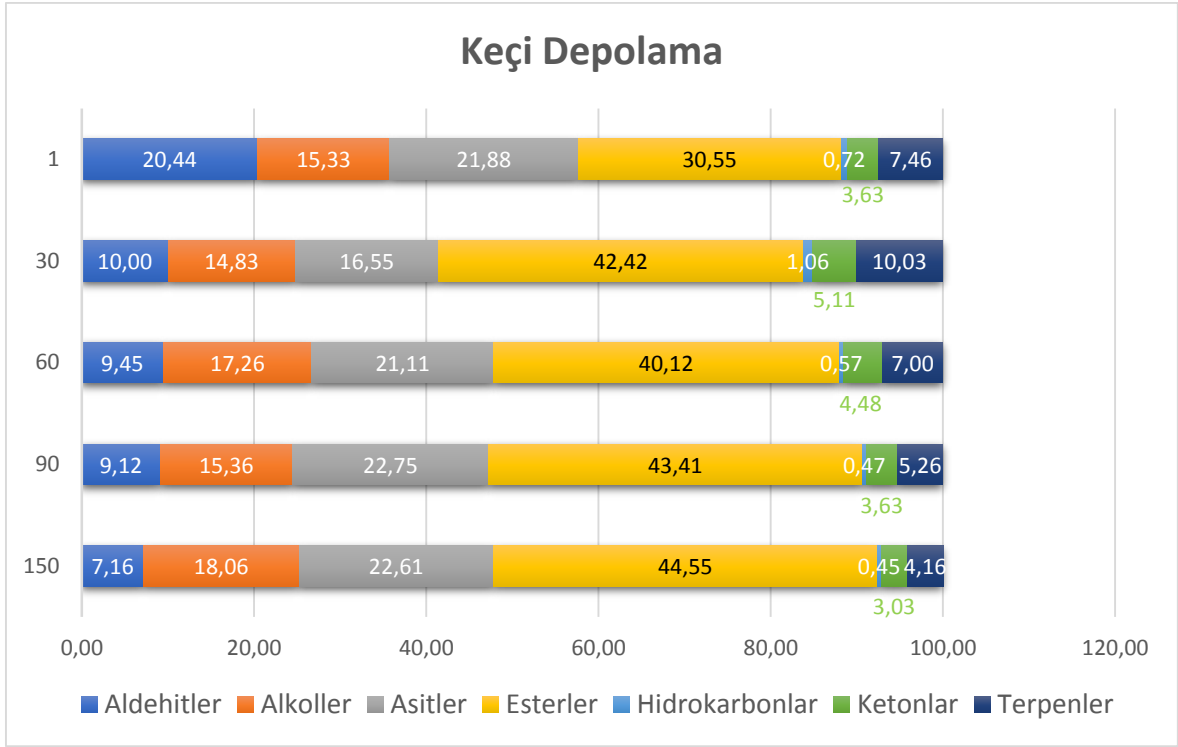
alkollerin, 270. gününde ise esterlerin baskın uçucu aroma grubunu oluşturduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.22: Koyun peynirinin olgunlaşma süresince uçucu bileşiklerinde meydana gelen değişim (% toplam uçucu bileşik)

Carbonell ve diğ. (2002), çiğ koyun sütünden üretmiş oldukları İspanyol La Serena peynirlerinde ester ve alkollerin başlıca uçucu bileşenler olduğunu belirlemiştir. Aldehitlerin ilkbahar ve yaz peynirlerinde, etanol ve etil esterlerin ise ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde peynirlerde maksimum seviyeye ulaştığını saptamışlardır. Di Cagno ve diğ. (2003) buzağı renneti ile ürettikleri Fiore Sardo peynirininin 12 ay sonunda toplam uçucu bileşiklerinin %25 keton, %23 alkol içerdiğini ve bunların peynirin baskın uçucu bileşikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Keçi İzmir Tulum peynirinin uçucu bileşikleri (Şekil 4.22) incelendiğinde toplam aldehit miktarının olgunlaşma ilerledikçe azaldığı, esterlerin olgunlaşma süresince baskın uçucu bileşik grubunu oluşturduğu görülmüştür. Bunu asitler ve alkoller takip etmiştir.



Şekil 4.23: Keçi peynirinin olgunlaşma süresince uçucu bileşiklerinde meydana gelen değişim (% toplam uçucu bileşik)

Çakır ve diğ. (2016) çığ koyun sütünden üretilmiş Şavak Tulum peynirinde 14 alkol, 7 aldehit, 31 ester, 12 terpen, 8 metil keton, 10 karboksilik asit ve 12 diğer bileşik olmak üzere toplamda 94 uçucu bileşik saptamışlardır. Alkol, ester ve terpen grubu bileşiklerin peynirde baskın olduğunu, olgunlaşmanın 90. gününe kadar aldehit, keton ve asit oranının azaldığını, ester ve terpen bileşiklerinin ise arttığını bildirmişlerdir.

4.6.1. Asitler

Fermente süt ürünlerinde oluşan organik asitler, patojen mikroorganizmaların gelişimini engelleme ve lezzet-aromaya katkı sağlama gibi pek çok özelliğe sahiptir (Güler, 2014; McSweeney, 2004). Peynirlerde süt yağının hidrolizi, laktoz fermantasyonu, sitrat ve amino asit metabolizması yollarıyla asit karakterli uçucu bileşikler oluşmaktadır (Molimard & Spinnler, 1996). Asitler aynı zamanda metil keton, lakton, ester ve terpen gibi uçucu aroma bileşiklerinin öncüleri olabilmektedir (Collins et al., 2003; Curioni & Bosset, 2002).

İzmir Tulum peynirlerinde saptanan asit karakterli uçucu bileşikler ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Asitler koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinde oranı yüksek olan ikinci uçucu bileşik grubu olmuştur. Peynirlerde 6 farklı asit bileşiği

belirlenmiştir. Keçi İzmir Tulum peynirinin toplam asit oranı koyun İzmir Tulum peynirinden yüksek olmuştur.

Koyun İzmir Tulum peynirinde asetik asit (13,110 µg/100 g) ve hekzanoik asit (12,805 µg/100 g) baskın olmuştur. Asetik asit laktoz fermantasyonu, alanin, serin, glisin ve aspartik amino asitlerinin degradasyonu ya da sitrat metabolizması sonucu oluşmaktadır. Peynirlerde kendine has sirke kokusunun kaynağıdır ve genel olarak Feta gibi tuzlanmış peynirlerle karakterize edilmiştir (Sarantinopoulos et al., 2002; Uzkuç et al., 2018).

Keçi İzmir Tulum peynirinde hekzanoik (13,535 µg/100 g) ve oktanoik asit (9,095 µg/100 g) baskın bileşikler olmuştur. Hekzanoik asit süt ürünlerinde sert, ransit aroma ile (Corrêa Lelles Nogueira et al., 2005); oktanoik asit ise keçimsi tat ve aroma ile karakterize edilmiştir (Molimard & Spinnler, 1996).

Dekanoik asit sadece keçi İzmir Tulum peynirinin 150. olgunlaşma gününde saptanırken 3-metil-bütanoik asit (izovalerik) yalnızca koyun İzmir Tulum peynirinde olgunlaşmanın 30. gününden itibaren görülmüştür. Molimard ve Spinnler (1996) 3-metil-bütanoik asit gibi dallanmış zincirli asitlerin proteolitik enzimlerin aktivitesi sonucu valin, lösin ve izolösin gibi amino asitlerin parçalanmasından oluştuğunu ve ürüne “terimsi” bir aroma verdiğini ifade etmişlerdir. Valdivielso ve diğ. (2016), merada beslenen koyunların sütünden üretilen peynirlerde kapalı ortamda beslenen koyunların sütünden üretilen peynirlere kıyasla daha az dallanmış zincirli yağ asidi içerdiklerini saptamışlardır. Sezen-Demirci (2012) dallanmış zincirli yağ asitlerinin özellikle 2-, 3- metil bütanoik asitlerin koyun ve keçi peynirlerinde karakteristik olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda 3-metil-bütanoik asit yalnızca koyun İzmir Tulum peynirinde belirlenmiştir. Uzkuç ve diğ. (2018) lipaz enzim ilavesinin etkisini araştırdığı çalışmalarında enzim ilaveli keçi peynirinin 90. gününde 3-metil bütanoik asit, pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit bileşiklerini saptadıklarını bildirmişlerdir.

Ocak ve diğ. (2015) Van otlı peynirinde en yüksek asetik asit miktarını koyun sütünden üretilen peynirde, bunu sırasıyla koyun-keçi-inek sütleri karışımından üretilen peynir ile koyun-inek sütleri karışımından üretilen peynirin takip ettiğini belirtmişlerdir.

Izco ve Torre (2000) koyun sütünden ürettikleri Roncal peynirinin uçucu bileşiklerini araştırmışlar ve asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asidin aromada baskın olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda bütanoik asit miktarı koyun İzmir Tulum peynirinde tüm olgunlaşma günlerinde artış göstermiştir. Keçi İzmir Tulum peynirinde 30, 60 ve 90. günlerde saptanmamış, 150, günde ise 1. güne kıyasla miktarı 5 kat artmıştır. Bütirik asit bütirik asit fermantasyonu ile laktik asitten ya da trigliseritlerin *Propionibacterium* gibi lipolitik aktiviteye sahip mikroorganizmaların aktivitesi sonucunda oluşmaktadır (Chamba & Perreard, 2002). Hayaloğlu (2009) bütanoik asidin Val, Thr, Glu and Met amino asitlerinin katabolizması ile de oluşabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 4. 10: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan asitler ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Asitler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Asetik asit	1	4,62±1,40 ^a	6,29±1,78 ^b
	30	3,95±0,25 ^a	2,19±0,61 ^a
	60	7,10±0,71 ^a	4,24±1,87 ^{ab}
	90	8,54±3,60 ^{ab}	6,17±0,27 ^b
	150	13,11±1,93^{bB}	2,78±0,15^{aA}
Bütanoik asit	1	0,87±0,20 ^a	1,37±0,509 ^a
	30	1,35±0,08 ^a	TE
	60	1,20±0,11 ^a	TE
	90	2,45±0,13^{bB}	1,13±0,05^{aA}
	150	4,82±0,46 ^c	5,00±0,23 ^b
3-metil-bütanoik asit	1	TE	TE
	30	0,09±0,01 ^a	TE
	60	0,15±0,01 ^a	TE
	90	0,35±0,02 ^b	TE
	150	0,36±0,13 ^b	TE
Hekzanoik asit	1	4,39±2,64	7,51±3,65 ^a
	30	3,29±0,44^A	10,110±1,95^{abB}
	60	6,63±0,13	8,615±0,84 ^{ab}
	90	6,29±2,05	7,000±1,16 ^a
	150	12,80±7,16	13,53±1,75 ^b
Oktanoik asit	1	0,55±0,20 ^a	2,93±1,38 ^a
	30	0,32±0,15 ^a	3,75±1,51 ^a
	60	1,62±0,16^{Ab}	4,84±0,99^{aB}
	90	1,94±0,11^{Ab}	4,64±0,06^{aB}
	150	0,45±0,19^{Aa}	9,09±1,62^{bB}
Dekonoik asit	1	TE	TE
	30	TE	TE
	60	TE	TE
	90	TE	TE
	150	TE	0,46±0,41
Toplam Asit	1	10,44±4,03 ^a	18,10±7,33 ^a
	30	9,01±0,06 ^a	16,06±4,10 ^a
	60	16,71±0,87 ^a	17,70±3,71 ^a
	90	19,59±5,91 ^{ab}	18,95±1,42 ^a
	150	31,55±9,86 ^b	30,88±0,10 ^b

^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Bütirik asit fermantasyonunun peynirlerin kuru maddede tuz miktarına duyarlı olması (Berg et al., 1986) keçi İzmir Tulum peynirindeki değişimi açıklamaktadır. Bütirik asit peynirlerde ekşimsi, ağır, peynirimsi, ransit tattan sorumludur ve peynir çeşitlerinde aromaya önemli katkıda bulunur (Yvon & Rijnen, 2001). Tekin (2016) deride olgunlaştırdığı Karaman Tulum peynirinde olgunlaşmanın 180. gününe kadar baskın aroma grubunun asitler olduğunu belirtmiştir. Bütanoik, hekzanoik ve oktanoik asitlerin konsantrasyonu en yüksek asitler olarak saptamıştır. Pek çok araştırmacı çeşitli peynirlerde baskın uçucu bileşik grubu olarak asitleri saptadıklarını bildirmişlerdir (Barron et al., 2005; Urgeghe et al., 2012; Verzera et al., 2010; Wolf et al., 2010).

4.6.2. Alkoller

Süt ürünlerinde alkoller; laktoz ve amino asit metabolizması, metil keton redüksiyonu, linoleik ve linolenik asitlerin parçalanması gibi pek çok farklı metoabolik yol ile oluşabilmektedir (Collins et al., 2003; Curioni & Bosset, 2002). Genellikle birincil alkoller karbonhidrat metabolizması sonucu, ikincil alkollerin metil ketonların enzimatik olarak indirgenmesi ile dallanmış zincirli alkollerin ise amino asit metabolizması sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Hayaloğlu ve diğ. 2011; Kollock et al., 2008). Alkollerin pek çok koyun peyniri çeşidinde temel aroma grubunu oluşturduğu belirtilmiştir (Fernandez-Garcia et al. 2004; Izco & Torre 2000; Ortigosa et al. 2001; Munoz et al. 2003). İzmir Tulum peynirlerinde saptanan alkol grubu uçucu bileşikler ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Etanol koyun İzmir Tulum peynirinde 90. güne kadar, keçi İzmir Tulum peynirinde tüm olgunlaşma günlerinde miktarı en fazla olan alkol bileşiği olmuştur. Şahingil (2014) 6 °C’de depoladığı beyaz peynirlerde etil alkolün, 12 °C’de depoladığı peynirlerde 3-metil-1-bütanol’ün baskın alkol bileşiği olarak saptamıştır. Hayaloğlu ve diğ. (2007) Tulum peynirinde, Bintis ve Robinson (2004) Feta peynirinde, Ortigosa ve diğ. (2001) Roncal peynirinde etanol’ü baskın alkol olarak saptamışlardır.

İzmir Tulum peynirlerinde 2-propan-1-ol, 2-bütanol, 3-metil-2-büten-1-ol, 5-metil-2-heptanol sadece koyun İzmir Tulum peynirinin son olgunlaşma günlerinde saptanmıştır ve keçi İzmir Tulum peynirinden farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Urgeghe ve diğ. (2012), çığ koyun sütünden üretilen Fiero Sardo peynirinde 2-bütanol’ün olgunlaşmanın 180. gününde, Tekin (2016) Karaman Tulum peynirinde olgunlaşmanın

ilerleyen günlerinde saptadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 2-bütanol'ün özellikle NSLAB aktivitesi ile 2-bütanon'dan oluştuğunu, bu bileşiğin öncülünün ise diasetil ve asetoin olduğunu belirtmişlerdir (Urbach, 1995; Carbonell et al., 2002).

1-heptanol sadece keçi İzmir Tulum peynirinde saptanmıştır. 1-pentanol koyun İzmir Tulum peynirinde depolamanın ilk 30 günü, keçi İzmir Tulum peynirinde ise tüm olgunlaşma günlerinde saptanmış ve peynir çeşitlerindeki farklılık anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$).

Koyun İzmir Tulum peynirinde 3-metil-1-bütanol olgunlaşma ilerledikçe artarken keçi İzmir Tulum peynirinde 90. güne kadar azalmış sonrasında yaklaşık 5 kat artmıştır. Bileşik, koyun ve keçi İzmir Tulum peynirleri arasındaki farklılığı tüm analiz günlerinde anlamlı bulunan tek alkol olmuştur. Dallanmış zincirli birincil alkol olan 3-metil-1-bütanol'ün lösin amino asidinin parçalanması sonucu oluşan 3-metil-1-bütanol'ün indirgenmesi ile oluştuğu düşünülmektedir (Urbach, 1995; Molimard ve Spinnler, 1996). Kondyli ve diğ. (2002) Feta peynirinde adı geçen bileşiği yüksek miktarda saptadıklarını ve bazı yumuşak peynirlerde beğenilen aromanın kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir. 1-Pentanol ve 2-metil-1-propanol koyun İzmir Tulum peynirinde olgunlaşmanın ilk 60 gününde saptanmış sonrasında tespit edilememiştir.

Dört karbonlu bir alkol olan 2-3 bütandiol her iki İzmir Tulum peynirinin tüm olgunlaşma günlerinde saptanmış ve olgunlaşma süresince değişimleri ile peynirler arasındaki farklılıkları önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). McSweeney ve Sousa (2000) sitrik asidin LAB tarafından asetik asit, asetoin ve 2-3 bütandiol (diasetil) bileşiklerine metabolize olarak süt ürünlerinde önemli aroma bileşeni olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca 2-3 bütandiol diasetil-redükdaz enzim aktivitesi ile 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin) olarak aromada bulunabilmektedir (Bintis & Robinson, 2004).

Fernandez-Garcia ve diğ. (2002; 2004) çiğ koyun sütünden ürettikleri Zamorano peynirinde etanol, propanol, 2-propanol, 2-propenol, 2-bütanol ve 2-pentanol bileşiklerinin; Manchego peynirinde, 2-pentanol ve 2-heptanol bileşiklerinin önemli alkoller olduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.11: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan alkoller ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir).

Alkoller	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Etanol	1	5,69±0,97 ^a	6,57±3,06 ^a
	30	5,65±0,24 ^a	8,22±3,50 ^a
	60	9,14±0,25 ^b	9,89±0,43 ^a
	90	9,60±0,29 ^b	9,63±1,08 ^a
	150	11,85±2,32 ^b	18,69±3,20 ^b
2-propen-1-ol	1	TE	TE
	30	TE	TE
	60	TE	TE
	90	0,09±0,00	TE
	150	0,12±0,03	TE
1-propanol	1	0,12±0,11 ^a	0,11±0,05
	30	0,09±0,01 ^a	0,14±0,03
	60	0,15±0,02 ^a	0,14±0,03
	90	0,17±0,01 ^a	0,12±0,05
	150	0,57±0,12^{Bb}	0,15±0,01^A
1-pentanol	1	0,15±0,05 ^b	0,16±0,063
	30	0,03±0,00 ^a	0,12±0,04
	60	TE	0,12±0,01
	90	TE	0,12±0,03
	150	TE	0,14±0,02
2-bütanol	1	TE	TE
	30	TE	TE
	60	TE	TE
	90	15,10±0,8 ^a	TE
	150	18,75±1,77 ^b	TE
2-metil-1-propanol	1	0,06±0,02 ^a	0,06±0,01 ^a
	30	0,05±0,00 ^a	0,13±0,03 ^b
	60	0,20±0,02 ^b	TE
	90	TE	0,03±0,00 ^a
	150	TE	0,15±0,04 ^b
1-bütanol	1	0,24±0,16 ^{ab}	0,23±0,04 ^a
	30	0,16±0,03 ^a	0,97±0,37 ^b
	60	0,54±0,08 ^c	0,32±0,01 ^a
	90	0,34±0,06 ^{abc}	0,20±0,01 ^a
	150	0,43±0,12 ^{bc}	0,35±0,09 ^a
1-penten-3-ol	1	0,15±0,01 ^{bc}	TE
	30	0,12±0,01 ^b	TE
	60	TE	TE
	90	0,20±0,04 ^c	TE
	150	0,07±0,01 ^a	TE
3-metil-1-bütanol	1	2,08±0,33^{Ba}	0,62±0,22^{abA}
	30	1,97±0,20^{Ba}	0,72±0,30^{abA}
	60	3,34±0,17^{Bb}	0,69±0,02^{abA}
	90	3,25±0,62^{Bb}	0,29±0,04^{aA}
	150	3,81±0,30^{Bb}	1,15±0,33^{baA}
2-metil-1-bütanol	1	0,14±0,03 ^{ab}	0,16±0,05 ^a
	30	0,12±0,03 ^a	0,53±0,21 ^b
	60	0,39±0,06 ^d	0,25±0,03 ^{ab}
	90	0,25±0,06 ^{bc}	0,12±0,01 ^a
	150	0,29±0,06 ^{cd}	0,35±0,12 ^{ab}
1-pentanol	1	0,57±0,21 ^{ab}	0,14±0,03 ^{ab}
	30	0,50±0,11 ^a	0,26±0,10 ^b
	60	0,67±0,02^{Bab}	0,12±0,02^{aA}
	90	0,91±0,14^{Bb}	0,07±0,02^{aA}
	150	0,54±0,12^{Ba}	0,09±0,01^{aA}

Çizelge 4.11 (devam): İzmir Tulum peynirlerinde saptanan alkoller ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir).

Alkoller	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
3-metil-2-büten-1-ol	1	TE	TE
	30	TE	TE
	60	TE	TE
	90	0,07±0,00	TE
	150	0,08±0,03	TE
2,3-bütandiol (diasetil)	1	0,64±0,19	2,98±1,02
	30	0,97±0,11	1,92±0,54
	60	2,15±0,20	2,31±0,17
	90	1,75±0,70	1,68±0,09
	150	2,19±1,03	2,6±0,34
5-metil-2-heptanol	1	TE	TE
	30	TE	TE
	60	TE	TE
	90	TE	TE
	150	0,32±0,07	TE
1-heptanol	1	TE	0,12±0,03
	30	TE	TE
	60	TE	0,10±0,01
	90	TE	0,08±0,01
	150	TE	0,08±0,01
1-octen-3-ol	1	0,395±0,06 ^a	1,50±0,62 ^b
	30	0,24±0,16 ^a	1,33±0,37 ^{ab}
	60	0,75±0,11 ^b	0,47±0,01 ^a
	90	0,46±0,15 ^{ab}	0,41±0,08 ^a
	150	0,75±0,06 ^b	0,88±0,43 ^{ab}
Toplam Alkol	1	10,27±2,16 ^a	12,68±5,20 ^a
	30	9,92±0,40 ^a	14,39±5,56 ^{ab}
	60	17,35±0,66 ^{ab}	14,47±0,37 ^{abA}
	90	32,25±2,33 ^{bB}	12,80±1,29 ^{aA}
	150	36,83±6,06 ^b	24,65±4,57 ^b

^{A, B}: Aynı satırda gösterilen değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c}: Aynı sütünde yer alan değerlerin $P<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

4.6.3. Aldehitler

Aldehitler transaminasyon ya da Strecker (enzimatik olmayan degradasyon) parçalanması olmak üzere amino asitlerden iki farklı metabolik yol ile oluşurlar. Düz zincirli aldehitler (n-heksanal, n-heptanal, n-pentanal vb.) doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ya da ışık indirgeme reaksiyonları ile oluşabilmektedir (Collins et al. 2003; Rodriguez-Alonso et al., 2009, Wolf et al., 2010).

İzmir Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresince saptanan aldehit grubu uçucu bileşikleri ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Olgunlaşma süresince İzmir Tulum peynirlerinin toplam aldehit miktarları azalmıştır. Peynirlerde oluşan aldehitler birincil alkollere veya ilgili asitlere dönüştüklerinden geçici aroma bileşikleri olarak nitelendirilirler (Hayaloğlu & Brechany 2007; McSweeney & Sousa 2000).

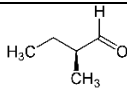
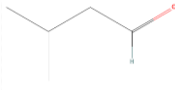
Koyun İzmir Tulum peynirinde 2-metil-pentanal bileşiği baskın iken keçi İzmir Tulum peynirinde 3-metil-bütanal baskın olmuştur. 2-hekzenal ve nonenal sadece koyun İzmir Tulum peynirinde saptanmıştır. 3-metil-bütanal koyun İzmir Tulum peynirinde depolamanın 90. gününden itibaren saptanmıştır. Hekzaanal İzmir Tulum peynirlerinde sadece olgunlaşmanın ilk 30 gününde görülmüştür.

Çalışmamızda saptanan 3-metil-bütanal gibi dallanmış zincirli aldehitlerin amino asitlerin anzimatik ya da enzimatik olmayan degradasyonları sonucu oluştuğu bildirilmiştir. 3-metil-bütanal bileşiğinin lösün amino asidinin degradasyonu ile oluştuğu ve maltımsı, sert, acı aroma ile tanımlandığı ifade edilmiştir (Corrêa Lelles Nogueira et al., 2005; Rychlik & Bosset 2001). Peynirlerde dallanmış zincirli aldehitlerin baskın olması olgunlaşma düzeyinin daha ileride olduğunu göstermektedir.

Fernandez-Garcia ve diğ. (2004) çiğ koyun sütünden üretilen 8 ay olgunlaştırdıkları Zamorano peynirinin olgunlaşma süresince aldehit miktarının arttığını ve bunlardan 2-propanal, hekzenal ve 3-metil 1-bütanal bileşiklerinin en önemlileri olduğunu belirtmiştir.

Shakeel- Ur-Rehman ve diğ. (2000) benzaldehit ve nonenal bileşikleri üzerinde depolama sıcaklığının önemli bir etkisinin olmadığını; Lynch ve diğ. (1999) laktobasil ilaveli peynirlerinde hekzenal'in baskın aldehit olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.12: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan aldehitler ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Aldehitler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
 2-metil-pentanal	1	5,19±1,23 ^{ab}	0,03±0,12 ^b
	30	3,47±0,29 ^a	0,08±1,82 ^{ab}
	60	4,59±0,68 ^{ab}	0,08±0,94 ^a
	90	5,79±0,32 ^b	0,05±0,25 ^{ab}
	150	5,13±1,19 ^{ab}	0,09±1,38 ^{ab}
 3-metil-bütanal	1	TE	7,67±0,01 ^a
	30	TE	5,84±0,02 ^b
	60	TE	4,38±0,00 ^{ab}
	90	0,10±0,01^{Ab}	5,59±0,01^{abB}
	150	0,08±0,01 ^a	6,17±0,03 ^b
Pentanal	1	1,02±0,23	0,90±0,35
	30	0,84±0,01	0,46±0,013
	60	1,16±0,48	0,45±0,11
	90	1,56±0,45	0,38±0,05
	150	1,15±0,02^B	0,61±0,17^A
2-pentanal	1	0,12±0,03 ^a	0,08±0,01
	30	0,12±0,06 ^a	TE
	60	0,12±0,01 ^a	TE
	90	0,24±0,09 ^b	TE
	150	TE	TE

^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.12 (devam): İzmir Tulum peynirlerinde saptanan aldehitler ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir).

Aldehitler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
3-fenil propen-2-al (sinnamaldehit)	1	TE	1,08±0,41 ^a
	30	0,56±0,25 ^a	TE
	60	0,88±0,09 ^b	0,93±0,10 ^a
	90	1,13±0,06 ^{bc}	0,53±0,27 ^{ab}
	150	1,26±0,03^{Bc}	0,85±0,08^{bA}
Hekzanal	1	3,76±1,60	5,89±2,16
	30	3,21±0,31	TE
	60	TE	TE
	90	TE	TE
	150	TE	TE
2-hekzenal	1	0,07±0,02 ^a	TE
	30	0,07±0,02 ^a	TE
	60	0,13±0,01 ^{ab}	TE
	90	0,19±0,07 ^b	TE
	150	0,11±0,01 ^{ab}	TE
Heptanal	1	0,96±0,29 ^a	0,04±0,19
	30	0,86±0,17 ^a	0,42±0,1
	60	1,22±0,22^{Ba}	0,05±0,06^A
	90	2,56±0,18^{Bb}	0,04±0,03^A
	150	0,89±0,26 ^a	0,08±0,01
2-heptanal	1	0,10±0,04 ^{ab}	0,04±0,01 ^a
	30	0,05±0,01 ^a	TE
	60	TE	0,050±0,00 ^a
	90	0,12±0,03 ^b	0,045±0,03 ^a
	150	TE	0,080±0,01 ^b
Benzaldehit	1	0,67±0,20 ^a	0,13±0,01 ^a
	30	0,30±0,08^{Aa}	1,67±0,34^{cB}
	60	1,49±0,03^{Bb}	0,87±0,13^{bA}
	90	0,45±0,12 ^a	0,34±0,00 ^a
	150	0,68±0,32 ^a	0,47±0,01 ^{ab}
Oktanal	1	0,23±0,15 ^{ab}	0,17±0,07 ^{ab}
	30	0,14±0,03 ^b	0,30±0,06 ^b
	60	0,41±0,12 ^b	0,15±0,0,03 ^a
	90	0,27±0,04^{Bab}	0,09±0,01^{aA}
	150	0,16±0,03^{Aa}	0,74±0,08^{cB}
Nonanal	1	0,87±0,76 ^{ab}	0,36±0,11 ^a
	30	0,37±0,13 ^a	0,82±0,13 ^b
	60	1,65±0,67 ^b	0,56±0,22 ^{ab}
	90	0,63±0,16 ^{ab}	0,24±0,01 ^a
	150	0,48±0,15 ^{ab}	0,38±0,03 ^a
Nonenal	1	0,09±0,04 ^a	TE
	30	0,05±0,01 ^a	TE
	60	0,19±0,03 ^b	TE
	90	0,21±0,06 ^b	TE
	150	TE	TE
Dekanal	1	0,20±0,06 ^b	0,06±0,09
	30	TE	0,07±0,02
	60	0,16±0,02 ^b	0,04±0,06
	90	0,07±0,01 ^a	TE
	150	TE	TE
Toplam Aldehit	1	13,31±4,67	16,90±3,46 ^b
	30	10,07±0,15	9,71±2,66 ^a
	60	12,04±2,30	7,92±0,49 ^a
	90	13,35±1,50^B	7,59±0,05^{aA}
	150	9,97±1,93	9,78±1,81 ^a

4.6.4. Esterler

Esterler serbest yağ asitlerinin; alkoller ile verdiği esterifikasyon (McSweneey & Sousa 2000) ya da toksik alkollerle verdiği alkoliz reaksiyonları sonucu oluşabilmektedirler. Bunların yanında transesterifikasyon ve asidoliz reaksiyonları ile de oluşabilirler. Hayaloğlu ve diğ. (2008) esterlerin, düşük eşik değerine sahip olmaları ve oda sıcaklığında yüksek uçuculuk göstermelerinden dolayı peynirler için önemli bir aroma grubu olduğunu vurgulamışlardır. Gıda aroması açısından önemli olup “çiçeğimsi, meyvemsi” aromadan sorumludurlar (Liu et al. 2004). İzmir Tulum peynirlerinde saptanan ester grubu uçucu aroma bileşikleri ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Esterler koyun ve keçi İzmir Tulum peynirinde oranı en yüksek olan uçucu aroma bileşik grubudur. Özellikle keçi İzmir Tulum peynirinde miktarı sürekli artarak baskın uçucu aroma grubu olmuştur. Esterlerin oluşumunda kimyasal reaksiyonların yanında mayaların, laktik asit bakterilerinin ve mikrokokların etkili olduğu özellikle mayaların önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir (Gripon et al., 1991; Molimard & Spinnler, 1996). Hayaloglu ve diğ. (2007a) Tulum peynirinde olgunlaşmanın 120. gününde maya sayısının başlangıca göre nispeten düştüğünü ancak 150. günde tekrar arttığını bildirmişlerdir. Bu durumun çalışmamızda ester miktarının artışının bir sebebi olabileceği düşünülmüştür.

Gürkan (2019) beyaz peynir örneklerinde oranı en yüksek olan aroma bileşik grubunun esterler olduğunu saptamıştır. Liu ve diğ. (2004) peynirlerin yüksek nem içeriğinin hidrolizi destekleyerek esterifikasyon reaksiyonunu olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Tekin (2016) esterlerin bidonda olgunlaştırılan Tulum peynirlerinde oranı en yüksek saptanan uçucu bileşik grubu olduğunu, deride olgunlaştırılan Karaman Tulum peynirlerinde ise ikinci en yüksek uçucu bileşik grubu olduğunu belirtmiştir.

Metil dekanat ve metil propanoat bileşikleri sadece keçi İzmir Tulum peynirinde saptanmıştır. Etil asetat her iki peynirde olgunlaşmanın başlangıcında baskın olan aroma bileşiği olmuştur. Şahingil (2014) beyaz peynirlerde, Tekin (2016) Karaman Tulum peynirlerinde konsantrasyonu en yüksek ester bileşiğinin etil asetat olduğunu ifade etmişlerdir.

Fedele ve diğ. (2005) farklı mevsimlerde toplanan keçi sütünden ürettikleri peynirlerin aroma profillerinde oktanoik asit etil ve metil esterlerinin ve terpenlerin önemli rol aldığını bildirmişlerdir.

Etil asetat, etil bütanoat, etil hekzanoat, etil oktanoat ve etil dekanat yapılan çalışmalarda sıklıkla rastlanılan etil esterleridir. Kısa zincirli yağ asitlerinin etanol ile enzimatik ve kimyasal reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Leuven et al., 2008). Peynirlerde miktarlarının az olduğu ancak peynir aromasının dengelenmesinde etkili oldukları bildirilmiştir. Çalışmamızda adı geçen esterler konsantrasyonu en fazla olan esterlerdir ve olgunlaşma süresine bağlı olarak miktarları değişmiştir. Uzkuç (2018) keçi peynirinde etil esterlerin baskın olduğunu ve olgunlaşmanın ilk günlerinde saptayamadıklarını ancak depolamanın ilerleyen dönemlerinde miktarının arttığını bildirmiştir.

Sezen-Demirci (2012), inek koyun ve keçi beyaz peynirlerinin aroma profillerini karşılaştırdığı çalışmasında metil hekzanoat, metil dekanat, metil bütanoat ve bütil bütanoat bileşiklerini yalnızca keçi peynirinde, etil oktenoat bileşimini yalnızca koyun peynirinde ve etil asetat'ı ise koyun ve inek peynirlerinde saptadığını belirtmiştir. Hayaloğlu ve Brechany (2007) 90 günlük olgunlaşma sonunda Malatya peynirinde etil butanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat bileşiklerini yüksek konsantrasyonlarda saptadıklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.13: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan esterler ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Esterler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Etil asetat	1	16,84±0,04 ^b	20,44±7,01
	30	13,60±2,76 ^{ab}	16,40±5,37
	60	13,92±1,38 ^{ab}	12,93±4,62
	90	16,06±1,14 ^{ab}	14,51±3,41
	150	9,77±4,33 ^a	12,85±2,47
Metil propanoat	1	TE	0,04±0,01 ^a
	30	TE	0,15±0,04 ^b
	60	TE	0,14±0,01 ^b
	90	TE	0,05±0,01 ^a
	150	TE	0,14±0,06 ^b
Etil propanoat	1	TE	TE
	30	TE	0,35±0,10 ^{cB}
	60	0,17±0,02 ^b	0,15±0,10 ^{ab}
	90	0,07±0,01^{Aa}	0,19±0,01^{bcB}
	150	0,08±0,01 ^a	0,12±0,02 ^{ab}
Propil asetat	1	TE	TE
	30	TE	0,34±0,17 ^b
	60	TE	0,15±0,007 ^{abB}
	90	0,16±0,04	TE
	150	0,15±0,08	0,130±0,04 ^a
Metil bütanoat	1	0,86±0,27	1,30±0,48
	30	0,53±0,08	1,40±0,39
	60	0,65±0,03	0,90±0,09
	90	0,74±0,21	0,75±0,06
	150	0,53±0,06	0,74±0,08

Çizelge 4.13 (devam): İzmir Tulum peynirlerinde saptanan esterler ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir).

Esterler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
2-metil propil asetat	1	TE	0,06 \pm 0,02 ^a
	30	TE	0,49 \pm 0,12 ^b
	60	0,30 \pm 0,11 ^a	0,08 \pm 0,01 ^a
	90	0,11 \pm 0,00 ^{ab}	0,08 \pm 0,028 ^a
	150	0,26 \pm 0,13 ^a	0,09 \pm 0,014 ^a
Etil bütanoat	1	TE	TE
	30	TE	6,36 \pm 2,19 ^a
	60	7,90\pm0,17^{Aa}	9,05\pm0,06^{aB}
	90	11,95 \pm 0,78 ^{ab}	9,03 \pm 1,80 ^a
	150	14,0 \pm 4,17 ^b	18,6 \pm 3,89 ^b
Bütil asetat	1	0,20 \pm 0,11	0,25 \pm 0,03 ^a
	30	0,21 \pm 0,06	1,32 \pm 0,49 ^b
	60	0,44 \pm 0,48	0,46 \pm 0,02 ^a
	90	0,50 \pm 0,06	0,41 \pm 0,03 ^a
	150	0,89 \pm 0,39	0,65 \pm 0,11 ^a
2-pentil asetat	1	0,05 \pm 0,02 ^a	0,10 \pm 0,03 ^a
	30	0,07 \pm 0,05 ^a	0,57 \pm 0,18 ^b
	60	0,45 \pm 0,02 ^{Bb}	0,16 \pm 0,02 ^{aA}
	90	0,19 \pm 0,00 ^a	0,15 \pm 0,02 ^a
	150	0,42 \pm 0,18 ^b	0,22 \pm 0,03 ^a
Hekzil format	1	0,26 \pm 0,15 ^a	0,195 \pm 0,049 ^a
	30	0,28 \pm 0,13 ^{ab}	1,615 \pm 0,459 ^b
	60	2,00\pm0,13^{Bd}	0,635\pm0,063^{aA}
	90	0,74 \pm 0,13 ^{bc}	0,385 \pm 0,007 ^a
	150	0,87 \pm 0,30 ^c	0,600 \pm 0,028 ^a
3-metil-1-bütil asetat	1	0,29 \pm 0,25 ^{ab}	0,16 \pm 0,01 ^a
	30	0,14\pm0,06^{Aa}	0,98\pm0,24^{bB}
	60	1,06\pm0,06^{Bc}	0,31\pm0,08^{aA}
	90	0,33 \pm 0,08 ^{ab}	0,18 \pm 0,01 ^a
	150	0,71 \pm 0,25 ^{bc}	0,29 \pm 0,01 ^a
2-metil-1-bütil asetat	1	0,12 \pm 0,09 ^a	0,04 \pm 0,06 ^a
	30	0,11 \pm 0,04 ^a	0,73 \pm 0,25 ^b
	60	0,55\pm0,01^{Bc}	0,22\pm0,01^{aA}
	90	0,26 \pm 0,06 ^b	0,09 \pm 0,13 ^a
	150	TE	0,13 \pm 0,19 ^a
Metil heksanoat	1	0,34 \pm 0,12	0,76 \pm 0,19
	30	0,27 \pm 0,05	0,85 \pm 0,24
	60	0,46\pm0,01^A	0,64\pm0,05^B
	90	0,50 \pm 0,13	0,56 \pm 0,03
	150	0,40 \pm 0,10	0,72 \pm 0,08
Etil heksanoat	1	0,52 \pm 0,20 ^a	0,71 \pm 0,12 ^a
	30	1,06\pm0,20^{Aab}	3,49\pm0,55^{abB}
	60	4,13 \pm 0,68 ^{cd}	4,06 \pm 1,17 ^{ab}
	90	2,86 \pm 0,64 ^{bc}	7,77 \pm 2,37 ^b
	150	5,17\pm1,65^{Ad}	19,15\pm2,76^{cB}
Hekzil asetat	1	0,17 \pm 0,06 ^a	0,12 \pm 0,04 ^a
	30	0,36\pm0,13^{Aa}	1,97\pm0,11^{cB}
	60	2,66\pm0,51^{Bb}	0,59\pm0,06^{bA}
	90	0,36 \pm 0,12 ^a	0,13 \pm 0,00 ^a
	150	0,91 \pm 0,37 ^a	0,46 \pm 0,18 ^b
Metil bütil bütanoat	1	0,42 \pm 0,13 ^b	0,18 \pm 0,01 ^b
	30	0,05\pm0,01^{Aa}	0,27\pm0,01^{cB}
	60	0,42\pm0,11^{Ab}	0,08\pm0,03^{aB}
	90	TE	TE
	150	0,10 \pm 0,08 ^a	TE

Çizelge 4.13 (devam): İzmir Tulum peynirlerinde saptanan esterler ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Esterler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Metil oktanoat	1	0,10 \pm 0,03	0,27 \pm 0,07
	30	0,08\pm0,01^A	0,27\pm0,01^B
	60	0,17 \pm 0,05	0,26 \pm 0,03
	90	0,12 \pm 0,06	0,20 \pm 0,01
	150	0,07\pm0,02^A	0,27\pm0,03^B
1,1-dimetil propil heksanoat	1	0,22 \pm 0,06 ^b	0,10 \pm 0,03 ^a
	30	0,14 \pm 0,28 ^a	0,23 \pm 0,07 ^b
	60	TE	0,14\pm0,01^{abB}
	90	TE	0,13\pm0,01^{abB}
	150	TE	0,16\pm0,05^{abB}
Bütül heksanoat	1	0,16 \pm 0,15 ^a	TE
	30	0,32\pm0,15^{Aa}	1,89\pm0,06^{cB}
	60	4,33 \pm 1,89 ^b	0,90 \pm 0,37 ^b
	90	0,17 \pm 0,10 ^a	TE
	150	0,35 \pm 0,11 ^a	0,39 \pm 0,04 ^a
Etil heksanoat	1	0,13 \pm 0,07 ^a	0,17 \pm 0,06 ^a
	30	0,30\pm0,00^{Aab}	0,99\pm0,01^{bB}
	60	2,32\pm0,00^{Bd}	1,17\pm0,27^{bA}
	90	0,57 \pm 0,22 ^{bc}	0,97 \pm 0,02 ^b
	150	0,77\pm0,22^{Ac}	3,41\pm1,15^{cB}
Hekzil-2-metil bütanoat	1	TE	TE
	30	0,06 \pm 0,00 ^a	0,26 \pm 0,00 ^b
	60	0,72 \pm 0,28 ^b	0,13 \pm 0,06 ^a
	90	TE	TE
	150	TE	TE
Metil dekanoat	1	TE	0,12 \pm 0,04
	30	TE	0,09 \pm 0,03
	60	TE	0,10 \pm 0,04
	90	TE	0,07 \pm 0,01
	150	TE	0,10 \pm 0,04
Etil dekanoat	1	0,14 \pm 0,04 ^{ab}	0,06 \pm 0,02 ^a
	30	0,05\pm0,00^{Aa}	0,11\pm0,02^{aB}
	60	0,17 \pm 0,01 ^{ab}	0,33 \pm 0,07 ^b
	90	0,18 \pm 0,08 ^b	0,35 \pm 0,00 ^b
	150	0,21\pm0,06^{Ab}	1,35\pm0,12^{cB}
Toplam Esterler	1	20,86\pm1,80^{ab}	25,27 \pm 8,03 ^a
	30	17,61\pm1,75^{aA}	41,17\pm11,02^{aB}
	60	42,76\pm2,38^{cB}	33,65\pm2,05^{aA}
	90	35,91 \pm 3,88 ^{bc}	36,17 \pm 2,84 ^a
	150	36,26 \pm 12,72 ^{bc}	60,84 \pm 8,88 ^b

^{A, B}: Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c}: Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

4.6.5. Hidrokarbonlar

Peynirlerde saptanan alkan ve alkenlerin lipit oksidasyonunun sekonder ürünleri olup (Barbieri et al., 1994) aromaya direkt olarak önemli bir etkilerinin olmadığı ve diğer aroma bileşiklerinin öncüleri oldukları bilinmektedir (Arora et al., 1995; Bintis & Robinson 2004; Iriyogen et al., 2007). Ayrıca alkanlar hayvan beslenmesi ile süt ve ürünlerine geçebilmektedir (Gadre et al., 2005; Wolf et al., 2010).

İzmir Tulum peynirlerinde saptanan alkan-alken grubu uçucu bileşikler ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Koyun İzmir Tulum peynirinin hidrokarbon oranı olgunlaşma süresince azalırken keçi İzmir Tulum peyniri değerlerinde dalgalanmalar yaşanmıştır. Keçi İzmir Tulum peynirinde 1,4-pentadien ve stiren saptanmış, koyun İzmir Tulum peynirinde ise 5 farklı bileşik belirlenmiştir. Koyun ve keçi İzmir Tulum peynirlerinin tüm bileşikler için 60. gün değerleri farklılığı istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0,05$).

Koyun İzmir Tulum peynirinde 3,7-dimetil-2-oktan ve dodekan bileşiklerinin miktarları önce artmış sonra azalmıştır ve görülen bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tekin (2016) dodekan bileşiğini bidon ve deride olgunlaştırdığı koyun Tulum peynirlerinde sadece olgunlaşmanın 270. gününde saptamıştır. Aromatik bir hidrokarbon olan stiren koyun İzmir Tulum peynirinde 60. gün, keçi İzmir Tulum peynirinde 30. gün maksimum değere ulaşmıştır. Peynirlerin 30 ve 60. gün değerlerinde görülen farklılık anlamlı olmuştur ($P<0,05$). Sözü edilen bileşik aromatik amino asitlerin deaminasyonu veya dekarboksilasyonu ile oluşan önemli bir hidroarbondur. Aynı zamanda peynir ile temas eden plastik malzemelerden de peynire geçebilmektedir (Molimard & Spinnler, 1996). Çalışmamızda peynirler teneke ambalajlarda saklandığından bu ihtimal dikkate alınmamıştır. Keçi İzmir Tulum peynirinde 1,4-pentadien bileşiği 30. gün maksimum değere ulaştıktan sonra tekrar başlangıç değerine düşmüştür ve 30. günde görülen bu artış önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.14: İzmir tulum peynirlerinde saptanan hidrokarbonlar ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Hidrokarbonlar	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
1,4-pentadien	1	0,82±0,26	0,59±0,13 ^a
	30	0,44±0,06	1,02±0,25 ^b
	60	0,98±0,11^B	0,48±0,11^{aA}
	90	0,72±0,09^B	0,39±0,056^{aA}
	150	0,92±0,34	0,62±0,0 ^a
3,7-dimetil-2-okten	1	0,20±0,11 ^{ab}	TE
	30	0,16±0,05 ^a	TE
	60	0,24±0,021 ^{ab}	TE
	90	0,33±0,03 ^b	TE
	150	0,20±0,04 ^{ab}	TE
Dodekan	1	0,15±0,05 ^c	TE
	30	0,12±0,01 ^{bc}	TE
	60	0,23±0,02 ^d	TE
	90	0,08±0,00 ^{ab}	TE
	150	0,06±0,00 ^a	TE
Tridekan	1	0,14±0,06	TE
	30	0,12±0,01	TE
	60	0,22±0,06	TE
	90	0,22±0,08	TE
	150	0,15±0,03	TE
Stiren	1	0,14±0,12 ^a	0,21±0,03 ^a
	30	0,14±0,04^{Aa}	0,60±0,09^{cB}
	60	0,57±0,03^{Bc}	0,26±0,06^{abA}
	90	0,27±0,06 ^{ab}	0,26±0,02 ^{ab}
	150	0,44±0,18 ^{bc}	0,36±0,01 ^b
Toplam Hidrokarbon	1	1,32±0,49	0,059±0,13 ^a
	30	0,86±0,12	1,02±0,25 ^b
	60	1,68±0,21^B	0,48±0,11^{aA}
	90	1,36±0,21^B	0,39±0,06^{aA}
	150	1,33±0,42	0,62±0,01 ^a

^{A, B:} Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c:} Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

4.6.6. Ketonlar

Ketonlar yağ asitlerinden mikroorganizmaların aktivitesi sonucu oluşmaktadır. Metil ketonlar yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile oluşan β -ketoasitlerdir (Kollock et al., 2008). İzmir Tulum peynirlerinde saptanan keton grubu aroma bileşikleri ve olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. İzmir Tulum peynirlerinde 8 farklı keton bileşiği belirlenmiştir. Koyun İzmir Tulum peynirinde depolamanın 30. gününde keton grubu uçucu bileşiklerin miktarı çok azalmış sonrasında tekrar artmıştır. Keçi İzmir Tulum peynirinde 30. güne kadar keton miktarı artmış sonrasında azalmıştır. 2,3-Bütandion koyun İzmir Tulum peynirinde sadece olgunlaşmanın ilk günü, keçi İzmir Tulum peynirinde ise yalnızca depolamanın 1 ve 30. günlerinde saptanmıştır. Bileşiğin peynirlere tereyağımsı, fındık benzeri bir aroma verdiği ve laktik asit bakterilerinin laktöz ve sitrat metabolizması sonucu oluştuğu ifade edilmiştir (Sezen Demirci, 2012). 2-Pentanon, 2-nonanon (çiçeğimsi aroma),

2-heptanon (küf aroması) ve 3-hidroksi-2-bütanon İzmir Tulum peynirlerinde saptanan bazı metil ketonlardır. 2-pentanon'un keçi İzmir Tulum peynirindeki miktarı koyun İzmir Tulum peynirinden daha fazla olmuştur ancak peynir çeşitlerinin sadece 60. gün değerlerindeki farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 2-heptanon ve 2-nonanon bileşiklerinin miktarı depolama ilerledikçe artmış ve keçi İzmir Tulum peynirinde koyun İzmir Tulum peynirinden daha yüksek konsantrasyonda saptanmıştır. Attac (2009) 2-heptanon ve 2-nonanon bileşiklerini keçi sütünden üretilen Jack peynirinde karakteristik aroma bileşikleri olarak belirtmiştir. Tekin (2016) koyun Tulum peynirlerinde 2-bütanon ve 2-heptanon bileşiklerinin en bol bulunan ketonlar olduğunu bildirmiştir. Adı geçen bileşiklerin peynirde meyvemsi bir aromaya neden olduğu belirtilmiştir (Curioni & Bosset, 2002).

2,3-Pentandion bileşiğinin konsantrasyonu her iki peynirde 30. güne kadar azalmış sonrasında koyun peynirinde ciddi bir artış yaşanırken keçi peynirinde önemli bir değişim göstermemiştir ($P>0,05$). 3-Hidroksi-2-bütanon (asetoin) süt ürünlerinde önemli bir aroma bileşiği olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızda her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinin 1. gün analizlerinde saptanmış sonrasında önemli bir düşüş yaşanarak olgunlaşmanın 150. gününde her iki peynir çeşidinde belirlenememiştir. 30 ve 60. günlerde İzmir Tulum peynirlerinin içerdiği asetoin miktarının farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bileşik laktik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu sitrat metabolizması ile diasetil (2,3-bütandiol) indirgenmesi sonucu oluşmaktadır. Bileşiğin algılama eşik değeri düşüktür (McSweeney & Fox 2004). Sezen-Demirci (2012) inek, koyun ve keçi peynirlerinin üçünde 3-hidroksi-2-bütanon bileşiğini saptadığını belirtmiştir. 6-Metil-5-hepten-2-on depolamanın ilk döneminde İzmir Tulum peynirlerinde görülmemiş sonrasında her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinde birbirine yakın değerler almıştır.

Tekin (2016) ketonların koyun sütünden üretilmiş deride olgunlaştırılan Tulum peynirlerinde miktarı en yüksek uçucu bileşik grubu olduğunu, bidonda olgunlaştırılan Tulum peynirlerinde ikinci en yüksek aroma grubu olduğunu belirtmiştir

Çizelge 4.15: İzmir tulum peynirlerinde saptanan keton grubu uçucu aroma bileşikleri ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir).

Ketonlar	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
2,3-bütandion	1	0,05 \pm 0,02	0,08 \pm 0,03
	30	TE	0,08 \pm 0,02 ^B
	60	TE	TE
	90	TE	TE
	150	TE	TE
2-pentanon	1	0,17 \pm 0,06	0,60 \pm 0,27
	30	0,12 \pm 0,02	0,40 \pm 0,15
	60	0,19\pm0,01^A	0,33\pm0,04^B
	90	0,18 \pm 0,06	0,22 \pm 0,01
	150	0,19 \pm 0,01	0,31 \pm 0,09
2,3-pentandion	1	0,15 \pm 0,00 ^b	0,14 \pm 0,05 ^b
	30	0,05 \pm 0,00 ^a	TE
	60	0,18 \pm 0,02 ^{bc}	TE
	90	0,24\pm0,01^{Bc}	0,02\pm0,00^{aA}
	150	0,33\pm0,02^{Bd}	0,05\pm0,01^{aA}
3-hidroksi-2-bütanon (Asetoin)	1	1,03 \pm 0,31 ^b	1,01 \pm 0,35 ^b
	30	TE	0,14 \pm 0,04 ^{aB}
	60	0,16 \pm 0,02 ^a	0,13 \pm 0,00 ^a
	90	TE	0,35 \pm 0,02 ^{aB}
	150	TE	TE
2-heptanon	1	0,14 \pm 0,05 ^{ab}	0,70 \pm 0,22
	30	0,08 \pm 0,01 ^a	0,63 \pm 0,27
	60	0,21\pm0,00^{Ab}	0,60\pm0,01^B
	90	0,13\pm0,03^{Aab}	0,55\pm0,00^B
	150	0,20\pm0,05^{Ab}	0,87\pm0,15^B
6-metil-5-hepten-2-on	1	TE	TE
	30	TE	3,02 \pm 1,13 ^b
	60	2,94 \pm 0,29	2,13 \pm 0,23 ^{ab}
	90	2,03 \pm 0,55	1,50 \pm 0,13 ^a
	150	2,81 \pm 0,49	2,17 \pm 0,46 ^{ab}
2-nonanon	1	0,06\pm0,02^{Aa}	0,46\pm0,13^B
	30	0,09\pm0,00^{Aab}	0,54\pm0,13^B
	60	0,38 \pm 0,11 ^c	0,48 \pm 0,098
	90	0,09\pm0,02^{Aab}	0,31\pm0,00^B
	150	0,24\pm0,07^{Abc}	0,47\pm0,01^B
Asetofenon	1	0,07 \pm 0,02 ^a	TE
	30	0,09 \pm 0,01 ^a	0,12 \pm 0,00 ^c
	60	0,30 \pm 0,09 ^b	0,08 \pm 0,01 ^b
	90	0,21 \pm 0,07 ^{ab}	0,06 \pm 0,00 ^a
	150	0,15\pm0,01^{Aa}	0,23\pm0,01^{dB}
Toplam Keton	1	1,68 \pm 0,52 ^{ab}	3,00\pm1,04
	30	0,44\pm0,05^{aA}	4,95\pm1,75^B
	60	4,38 \pm 0,54 ^d	3,76 \pm 0,14
	90	2,89 \pm 0,73 ^{bc}	3,02 \pm 0,16
	150	3,94 \pm 0,66 ^{cd}	4,13 \pm 0,69

^{A, B}: Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c}: Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

4.6.7. Terpenler ve fenil bileşikleri

Terpenler lipofilik, alifatik bileşikler olup bitkilerin yapısında bulunan sekonder metabolitlerdir (Abilleira et al., 2010; Mariaca et al., 1997; Pare & Tumlinson, 1999), bu nedenle meralarda otlatılan hayvanların sütlerinde saptanmaktadır (Degenhardt et al., 2009;

Başer & Demirci 2007). Bu sütlerin kullanıldığı süt ürünlerinde pek çok terpen bileşiğine rastlanılmıştır (Malecky et al., 2009). Ayrıca yüksek rakımdaki yeşil bitkilerden beslenen hayvanların süt ve süt ürünlerinde saptanan terpen miktarı ve çeşidinin düşük rakımlı mera ve çayırarda beslenen hayvanların süt ürünlerine göre daha fazla olduğu da bildirilmiştir (Noni & Battelli 2008). Bu nedenle terpenler peynirlerin coğrafi kökenlerinin belirlemede önemlidirler (Dunn & Lindsay, 1985). Bunun yanısıra terpenlerin mikroorganizmaların (mayalar, mantarlar) aktivitesi sonucu da oluşabileceği belirtilmiştir (Larsen, 1998).

Peynirlerde tıbbi kokmuş, karamel ve ahır kokusu gibi pek çok aromadan sorumlu tutulan fenil ve fenol bileşikler fenilalanin ve trozin gibi amino asitlerin Strecker parçalanması ile oluşmaktadır (McSweeney & Sousa, 2000),

İzmir Tulum peynirlerinde saptanan terpen, fenil ve fenol grubu uçucu aroma bileşikler ile olgunlaşma süresince değişimleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Toplamda 12 terpen bileşiği saptanmıştır. Her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinde depolama boyunca terpen oranı önce artmış sonra azalmıştır. Valdivielso ve diğ. (2016) terpenlerin diğer hidrokarbonların oluşumunda rol aldığını bu nedenle olgunlaşma sırasında azaldığını ifade etmişlerdir. Tekin (2016) koyun Tulum peynirlerinde olgunlaşma ile terpen içeriğinin azaldığını saptamıştır.

o-ksilen koyun İzmir Tulum peynirinde olgunlaşmanın ileri dönemlerinde görülmüş keçi İzmir Tulum peynirinde ise miktarı önce artmış sonra azalmıştır. Adı geçen bileşiğin artış ve azalışları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

m-ksilen, oksime metoksi fenil ve toluen (metil benzen) bileşikler her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinde tüm depolama günlerinde görülmüş, oranları ve değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Toluene ve oksime metoksi fenil pek çok peynirde saptanan en önemli fenil bileşikleridir. Carbonell ve diğ. (2002a) ilkbaharda üretilen peynirlerde toluene içeriğinin diğer mevsimlere kıyasla daha yüksek olduğunu, Tekin (2016) deride olgunlaştırılan Karaman Tulum peynirinin toluene içeriğinin bidonda olgunlaştırılan peynirlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Piridin olgunlaşmanın ilk günü yalnızca koyun İzmir Tulum peynirinde saptanmış ve peynir çeşitleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinin piridin içeriğinde 60. güne kadar görülen değişimler önemli olmuştur ($P<0,05$).

Beta.-piene miktarı koyun İzmir Tulum peynirinde 60. güne kadar azalırken keçi İzmir Tulum peynirinde 90. güne kadar azalmış sonrasında artmıştır. Koyun İzmir Tulum peynirinde olgunlaşma süresince görülen değişim ve koyun ile keçi İzmir Tulum peynirlerinin 60. gün değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Alfa.-terpinen (beta oksimen) koyun İzmir Tulum peynirinin tüm olgunlaşma günlerinde artış ve azalışlar göstermiş, keçi İzmir Tulum peynirinde ise depolamanın sadece 30 ve 60. günlerinde görülmüştür.

1,8-Sineol (ökaliptol) koyun İzmir Tulum peynirinde 60 ve 90. depolama günlerinde saptanmış keçi İzmir Tulum peynirinde miktarı depolama süresince artış ve azalışlar göstermiştir.

Gama.-terpinen miktarı her iki İzmir Tulum peyniri çeşidinde olgunlaşma süresince önemli değişimler göstermiş peynir çeşitleri arasında 60. gün farklılığı önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Sezen-Demirci (2012) keçi beyaz peynirinde adı geçen bileşiği saptadığını belirtmiştir.

Linolool miktarı olgunlaşma süresince koyun ve keçi İzmir Tulum peynirinde birbirine yakın değerler almış ve yalnızca 30. gün değerlerinin birbirinden farklılığı önemli bulunmuştur ($P<0,05$). α -pinen ve linolool uçucu bileşikleri peynirlerde en çok rastlanan terpen bileşiklerindedir (Curioni & Bosset, 2002; Fernandez-Garcia et al., 2002; Hayaloğlu, 2007; Hayaloğlu & Brechany 2007). Ferreira ve diğ. (2009) koyun sütünden ürettikleri peynirlerin aroma profillerinde esterlerin ve terpenlerin etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4. 16: İzmir Tulum peynirlerinde saptanan terpen grubu uçucu aroma bileşikleri ($\mu\text{g}/100$ g peynir).

Terpenler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
Piridin	1	0,32±0,07 ^b	TE
	30	0,11±0,01 ^a	0,58±0,25 ^b
	60	0,35±0,10 ^b	0,28±0,01 ^{ab}
	90	0,20±0,01 ^{ab}	0,11±0,04 ^a
	150	0,31±0,05 ^b	0,19±0,05 ^a
Toluen	1	0,73±0,32	0,66±0,19
	30	0,50±0,06	0,59±0,10
	60	0,66±0,05	0,52±0,13
	90	0,90±0,07	0,68±0,15
	150	1,11±0,47	0,85±0,16

Çizelge 4. 16 (devam): İzmir Tulum peynirlerinde saptanan terpen grubu uçucu aroma bileşikleri ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir).

Terpenler	Günler	Koyun Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri
o-ksilen	1	TE	0,04±0,01 ^a
	30	TE	0,10±0,04 ^b
	60	TE	TE
	90	0,06±0,00	0,05±0,00 ^{ab}
	150	0,09±0,05	0,07±0,00 ^{ab}
m-ksilen	1	0,10±0,08	0,11±0,00
	30	0,06±0,01	0,22±0,11
	60	0,19±0,03	0,10±0,00
	90	0,11±0,10	0,11±0,01
	150	0,22±0,0098	0,14±0,00
Oksiime metoksi fenil	1	0,91±0,27	1,58±0,68
	30	1,72±0,60	2,03±0,41
	60	1,24±0,45	1,61±0,25
	90	1,79±0,61	1,35±0,32
	150	1,98±0,34	1,25±0,14
Beta.-piene	1	TE	3,14±1,15
	30	1,17±0,08 ^a	2,54±1,31
	60	2,46±0,20^{Bb}	1,63±0,12^A
	90	1,70±0,27 ^a	1,30±0,23
	150	2,49±0,54 ^b	2,06±0,44
Alfa-terpinen (beta oksimen)	1	0,09±0,03	TE
	30	0,11±0,01	0,12±0,01 ^b
	60	0,13±0,02	0,07±0,01 ^a
	90	0,09±0,02^B	TE
	150	0,11±0,01^B	TE
Simol (para-simen)	1	0,10±0,03 ^a	TE
	30	0,22±0,07^{Aa}	0,92±0,13^{cB}
	60	1,47±0,31 ^b	0,43±0,16 ^b
	90	0,25±0,07 ^a	0,17±0,00 ^a
	150	0,57±0,22 ^a	0,24±0,08 ^{ab}
1,8-sineol (Ökalyptol)	1	TE	0,06±0,02 ^a
	30	TE	0,17±0,04 ^{bB}
	60	0,20±0,06 ^b	0,08±0,014 ^a
	90	TE	0,04±0,00 ^a
	150	0,13±0,01^{Ba}	0,07±0,01^{aA}
Gama.-terpinen	1	0,10±0,03 ^a	0,10±0,03 ^a
	30	0,23±0,08^{Aa}	1,59±0,06^{cB}
	60	2,65±0,81 ^b	0,63±0,37 ^b
	90	0,18±0,08 ^a	0,10±0,00 ^a
	150	0,69±0,27 ^a	0,19±0,11 ^{ab}
Linalool	1	0,27±0,20	0,24±0,02 ^b
	30	0,13±0,00^A	0,26±0,01^{bB}
	60	0,32±0,11	0,24±0,00 ^{ab}
	90	0,21±0,01	0,20±0,01 ^a
	150	0,23±0,04	0,22±0,02 ^{ab}
Toplam Terpen	1	2,79±1,02 ^a	6,16±2,01 ^{ab}
	30	3,79±0,63^{aA}	9,74±2,56^{bB}
	60	10,87±1,77^{cB}	5,87±1,10^{abA}
	90	5,77±0,18^{abB}	4,38±0,02^{aA}
	150	8,38±2,27 ^{bc}	5,68±0,53 ^{ab}

^{A, B}: Aynı satırda gösterilen değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

^{a, b, c}: Aynı sütünde yer alan değerlerin $P < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda koyun ve keçi sütlerinden İzmir Tulum peyniri üretilerek 150 gün olgunlaşmaya bırakılmıştır. Belirli aralıklarla yapılan analizler ile olgunlaşma süresince peynirde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler takip edilmiştir. Yapılan bileşim analizleri sonucunda her iki peynirin kuru madde değerinin sadece ilk gün farklılığı anlamlı bulunurken, koyun sütünün yağ içeriğinden kaynaklı olarak koyun peynirinin yağ ve kuru maddede yağ içeriği daha yüksek saptanmıştır. Örneklerin tuz ve kuru maddede tuz içeriği standartların biraz üstünde olmuştur. Bunun yüksek tuz içeriğine sahip salamura kullanımından kaynaklandığı düşünülmüştür. Olgunlaşma süresi; peynirlerin pH ve titrasyon asitliği değerleri ile kuru madde, kuru maddede yağ, tuz, kuru maddede tuz, pH 4,6'da çözünen azot, %12'lik TCA'da çözünen azot, toplam serbest amino asit miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur ($P<0,05$). Peynir çeşidi ise yağ, kuru maddede yağ, tuz, kuru maddede tuz, pH 4,6' da çözünen azot %12'lik TCA'da çözünen azot, toplam serbest amino asit miktarı üzerinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Örneklerin toplam protein değeri olgunlaşma ile düşüş göstermiştir. pH 4,6'da çözünen azot, %12'lik TCA'da çözünen azot ve toplam serbest amino asit değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Biyoaktivite değerleri de peynir çeşidi ve olgunlaşma süresinden etkilenmiştir ($p<0,05$). Olgunlaşma ilerledikçe ABTS antioksidan aktivitesi artmış ancak DPPH antioksidan aktivitesinde dalgalanmalar görülmüştür. Koyun peyniri DPPH antioksidan aktivitesi 60. güne artmış sonrasında azalma göstermiştir. Keçi peynirinde ise en düşük değer 60. günde saptanmış sonrasında aktivitenin arttığı görülmüştür. Peynir örneklerinin peptit profilleri peynir çeşitleri arasında ve olgunlaşma ilerledikçe farklılaşmıştır. Depolama süresince bazı peptit piklerinin kaybolup bazılarının yeni oluştuğu, bir kısmının ise pik yüksekliklerinin ve alanlarının değiştiği görülmüştür. Ürepoliakrilamid jel elektroforez ile peynirlerin pH 4,6'da çözünmeyen fraksiyonları incelenmiştir. Elektroforetogramlar incelendiğinde olgunlaşma ilerledikçe β - ve α_{s1} -kazeinlerinin degradasyona uğradığı ve parçalanma ürünlerinin miktarının arttığı görülebilmektedir. Özellikle keçi peynirinde α_{s1} -kazein miktarının ve parçalanma ürünlerinin koyun peynirine göre çok daha az olduğu belirlenmiştir. Bu durumun keçi sütünün daha az α_{s1} -kazein fraksiyonu içermesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Peynirlerin reolojik analizleri olgunlaşmanın 270. gününe kadar yapılabilmektedir. Sonraki analiz günlerinde peynirler yumuşak ve dağılan bir yapıda olduğundan analiz için uygun

örnek alınamamıştır. Çalışmada araştırılan reolojik özellikler depolama süresince her iki peynir çeşidinde farklılık göstermiştir. Peynirlerin vizkoelastik katı olarak reolojik davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Koyun ve keçi sütünden yapılan İzmir Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresince 83 farklı uçucu bileşik saptanmıştır. Olgunlaşmanın sonunda koyun Tulum peynirinde dominant uçucu bileşikler esterler (%27,62) ve alkoller (%30,34) olurken, keçi Tulum peynirinde esterler (%44,55) ve asitler (%22,61) olduğu belirlenmiştir. İzmir Tulum peyniri üretiminde kullanılan süt çeşidi ve olgunlaştırma süresinin peynirin pek çok özelliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve İzmir Tulum peynirlerinin proteoliz, uçucu bileşik kompozisyonu ve biyoaktif özelliklerinde değişimlere neden olduğu belirlenmiştir.



KAYNAKÇA

- Abdel-Hamid, M., Otte, J., de Gobba, C., Osman, A., & Hamad, E. (2017). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity and antioxidant capacity of bioactive peptides derived from enzymatic hydrolysis of buffalo milk proteins. *International Dairy Journal*, 66, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.006>
- Akan, E. (2020). *İzmir Tulum Peynirlerinden Ekstrakte Edilen Endojen ve Eksojen Peptitlerin Olası Biyolojik Etkilerinin Değerlendirilmesi*.
- Akın, N. (2006). Peynirin Olgunlaşması Esnasında Lezzet Bileşiklerinin Üretimi İçin Metabolik Yollar: III-Amino Asitlerin Katabolizması. *Akademik Gıda*, 4(2), 14–18. <https://dergipark.org.tr/pub/akademik-gida/764980>
- Akpınar, A., Yerlikaya, O., Kinik, Ö., Korel, F., Kahraman, C., & Uysal, H. R. (2017). Some physicochemical characteristics and aroma compounds of İzmir Tulum cheese produced with different milk types. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 27–35.
- Al-Otaibi, M. M., & Wilbey, R. A. (2004). Effect of temperature and salt on the maturation of white-salted cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(1), 57–63. <https://doi.org/10.1111/J.1471-0307.2004.00123.X>
- Arcan, I., & Yemencioğlu, A. (2007). Antioxidant activity of protein extracts from heat-treated or thermally processed chickpeas and white beans. *Food Chemistry*, 103(2), 301–312. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.050>
- Ardö, Y., McSweeney, P. L. H., Magboul, A. A. A., Upadhyay, V. K., & Fox, P. F. (2017). Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, p. 425). Academic Press.
- Arııcı, M., & Şimşek, O. (1991). Kültür Kullanımının Tulum Peynirinin Duyusal, Fiziksel-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. *Gıda*, 16(1). <https://dergipark.org.tr/pub/gida/92459>
- Arslaner, A. (2008a). *Geleneksel yöntem ve Farklı Sütlerden Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen ve Farklı Ambalaj Materyallerinde Olgunlaştırılan Erzincan Tulum Peynirinde Bazı Kalite Niteliklerinin Tespiti*.
- Arslaner, A., & Bakırcı, İ. (2016). Effect of milk type, pasteurization and packaging materials on some physicochemical properties and free fatty acid profiles of Tulum Cheese. *Akademik Gıda*, 14(2), 98–104. <http://www.academicfoodjournal.comAkademikGıda14>
- Ateş, G., & Patır, B. (2001). Starter kültürlü tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 45–56. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TWpjeU1UUTA/starter-kulturlu-tulum-peynirinin-olgunlasmasi-sirasinda-duyusal-kimyasal-ve-mikrobiyolojik-niteliklerinde-meydana-gelen-degisimler-uzerine-arastirmalar>
- Attar, M. A., Yavarmanesh, M., Mortazavi, A., Edalatian Dovom, M. R., & Habibi Najafi, M. B. (2018a). Antibacterial effects of *Lactococcus lactis* isolated from Lighvan cheese

- regarding the recognition of Nisin, Lacticin and Lactococcin structural genes. *Lwt-Food Science and Technology*, 89, 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.044>
- Ay, C., & Şanlı, T. (2018). Süt Ürünlerinde Biyoaktif Peptitlerin Oluşumu ve Fonksiyonel Özellikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 115–120. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.340581>
- Ayar, A., Akın, N., & Sert, D. (2006). Bazı peynir çeşitlerinin mineral kompozisyonu ve beslenme yönünden önemi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 2, 587–590.
- Ayyash, M., Abu-Jdayil, B., Hamed, F., & Shaker, R. (2018). Rheological, textural, microstructural and sensory impact of exopolysaccharide-producing *Lactobacillus plantarum* isolated from camel milk on low-fat akawi cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 423–431. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.023>
- Badem, A. (2015). *Rennet Kazeinin Kaşar Peynirinin Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Kalite Niteliklerine Etkisi*.
- Barrett, K. E., Barman, S. M., Brooks, H. L., Yuan, J. X.-J., & Ganong, W. F. (2016). *Ganong's review of medical physiology* (26th ed.). McGraw Hill Medical Books. <https://www.nobelkitabevi.com.tr/physiology/18955-ganong-s-review-of-medical-physiology26th-edition-9781260566666.html>
- Barron, L. J. R., Redondo, Y., Aramburu, M., Gil, P., Pérez-Elortondo, F. J., Albisu, M., Nájera, A. I., de Renobales, M., & Fernández-García, E. (2007). Volatile composition and sensory properties of industrially produced Idiazabal cheese. *International Dairy Journal*, 17(12), 1401–1414. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.04.001>
- Bedel, A., & Kılıç, S. (2000). İzmir tulum peynirinin olgunlaşma süresi üzerinde kültürün ve ticari enzimin rolü. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 73–80. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TWpVM01EWTI/izmir-tulum-peynirinin-olgunlasma-suresi-uzerinde-kulturun-ve-ticari-enzimin-rolu>
- Berg, G. van den, Vries, E. de, & Stadhouders, J. (1986). The salt content of Gouda cheese. *Voedingsmiddelentechnologie*, 19(7), 37–39. <https://eurekamag.com/research/001/716/001716038.php>
- Bergamo, P., Fedele, E., Iannibelli, L., & Marzillo, G. (2003). Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry*, 82(4), 625–631. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00036-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00036-0)
- Bhandari, D., Rafiq, S., Gat, Y., Gat, P., Waghmare, R., & Kumar, V. (2020). A Review on Bioactive Peptides: Physiological Functions, Bioavailability and Safety. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26(1), 139–150. <https://doi.org/10.1007/s10989-019-09823-5>
- Bostan, K. (1991). Değişik ambalaj içinde bulunan Tulum peynirinin duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *II. Milli Süt Ürünleri Sempozyumu*, 249–253.
- Buchin, S., Delague, V., Duboz, G., Berdague, J. L., Beuvier, E., Pochet, S., & Grappin, R. (1998). Influence of Pasteurization and Fat Composition of Milk on the Volatile Compounds and Flavor Characteristics of a Semi-hard Cheese. *Journal of Dairy Science*, 81(12), 3097–3108. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75874-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75874-6)
- Buchin, S., Martin, B., Dupont, D., Bornard, A., & Achilleos, C. (1999). Influence of the composition of Alpine highland pasture on the chemical, rheological and sensory

- properties of cheese. *Journal of Dairy Research*, 66(4), 579–588. <https://doi.org/10.1017/S0022029999003842>
- Buffa, M., Guamis, B., Pavia, M., & Trujillo, A. J. (2001). Lipolysis in cheese made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. *International Dairy Journal*, 11(3), 175–179. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00044-9)
- Bütikofer, U., Meyer, J., Sieber, R., Walther, B., & Wechsler, D. (2008). Occurrence of the angiotensin-converting enzyme-inhibiting tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in different cheese varieties of swiss origin. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 29–38. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0413>
- Cakir, Y., Cakmakci, S., & Hayaloglu, A. A. (2016). The effect of addition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of Erzincan Tulum (Şavak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk. *Small Ruminant Research*, 134, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.004>
- Cakmakci, S., Dagdemir, E., Hayaloglu, A. A., Gurses, M., & Gundogdu, E. (2008). Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(3), 293–299. <https://doi.org/10.1007/s11274-007-9470-z>
- Capriotti, A. L., Cavaliere, C., Piovesana, S., Samperi, R., & Laganà, A. (2016). Recent trends in the analysis of bioactive peptides in milk and dairy products. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(11), 2677–2685. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9303-8>
- Çayır, M. S. (2018). *İnek, keçi sütü ve karışımlarından üretilen Hatay Köy peynirlerinin depolama süresince bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi.*
- Chamba, J. F., & Perreard, É. (2002). Contribution of propionic acid bacteria to lipolysis of Emmental cheese. *Le Lait*, 82(1), 33–44. <https://doi.org/10.1051/LAIT:2001003>
- Chandan, R. C., Attaie, R., & Shahani, K. M. (1992). Nutritional Aspects of Goat Milk and Its Products. *Proceedings of the V International Conference on Goats*, 399–420.
- Chávarri, F., Angeles Bustamante, M., Santisteban, A., Virto, M., Albisu, M., Barrón, L. J. R., & de Renobales, M. (2000). Effect of milk pasteurization on lipolysis during ripening of ovine cheese manufactured at different times of the year. *Le Lait*, 80(4), 433–444. <https://doi.org/10.1051/lait:2000136>
- Chen, H. M., Muramoto, K., Yamauchi, F., Fujimoto, K., & Nokihara, K. (1998). Antioxidative properties of histidine-containing peptides designed from peptide fragments found in the digests of a soybean protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 49–53. <https://doi.org/10.1021/jf970649w>
- Çiçek, Z., Akıllıoğlu, K., Doğan, A., Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ç., & Anabilim Dalı, F. (2019). Lokal ve sistemik renin anjiyotensin sistemi. *Archives Medical Review Journal*, 28(4), 259–269. <https://doi.org/10.17827/aktd.495976>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00109-2)

- Corrêa, A. P. F., Daroit, D. J., Coelho, J., Meira, S. M., Lopes, F. C., Segalin, J., Risso, P. H., & Brandelli, A. (2011). Antioxidant, antihypertensive and antimicrobial properties of ovine milk caseinate hydrolyzed with a microbial protease. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *91*(12), 2247–2254. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4446>
- Creamer, L. K., & Olson, N. F. (1982a). Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *Journal of Food Science*, *47*(2), 631–636. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1982.TB10138.X>
- Creamer, L. K., & Olson, N. F. (1982b). Rheological Evaluation of Maturing Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*, *47*(2), 631–636. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1982.TB10138.X>
- Curioni, P. M. G., & Bosset, J. O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, *12*(12), 959–984. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00124-3)
- Dağdemir, E. (2001). *Salamura beyaz peynir üretiminde farklı starter kültür kullanımının peynir kalitesi üzerine etkisi.* <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=27pvl3i3QVIWQ5Jx3PNV7A&no=CxlgFDAaQeqDrIHNTnI03w>
- Das, U. N. (2001). Nutritional factors in the pathobiology of human essential hypertension. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *17*(4), 337–346. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00586-4](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00586-4)
- di Cagno, R., Banks, J., Sheehan, L., Fox, P. F., Brechany, E. Y., Corsetti, A., & Gobetti, M. (2003). Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses. *International Dairy Journal*, *13*(12), 961–972. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00145-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00145-6)
- Doğan, İ. S., & Meral, R. (2006). Buğdayda Bulunan Antioksidan Maddeler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi.* https://www.researchgate.net/publication/351441616_Bugdayda_Bulunan_Antioksidan_Maddeler
- Domingos-Lopes, M. F. P., Stanton, C., Ross, P. R., Dapkevicius, M. L. E., & Silva, C. C. G. (2017). Genetic diversity, safety and technological characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal Pico cheese. *Food Microbiology*, *63*, 178–190. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.11.014>
- Dubay, C., Vincent, M., Samani, N. J., Hilbert, P., Kaiser, M. A., Beressi, J. P., Kotelevtsev, Y., Beckmann, J. S., Soubrier, F., Sassard, J., & Lathrop, G. M. (1993). Genetic determinants of diastolic and pulse pressure map to different loci in Lyon hypertensive rats. *Nature Genetics*, *3*(4), 354–357. <https://doi.org/10.1038/NG0493-354>
- Dumitraşcu, L., Moschopoulou, E., Aprodu, I., Stanciu, S., Râpeanu, G., & Stănciuc, N. (2013). Assessing the heat induced changes in major cow and non-cow whey proteins conformation on kinetic and thermodynamic basis. *Small Ruminant Research*, *111*(1–3), 129–138. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2012.12.019>
- El-Sayed, M., & Awad, S. (2019). Milk Bioactive Peptides: Antioxidant, Antimicrobial and Anti-Diabetic Activities. *Advances in Biochemistry*, *7*(1), 22. <https://doi.org/10.11648/j.ab.20190701.15>

- Eralp, M. (1967). *İzmir İli Süt Mamulleri Üzerinde Araştırmalar*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. <https://www.nadirkitap.com/izmir-ili-sut-mamulleri-uzerinde-arastirmalar-muazzez-eralp-kitap19685025.html>
- Ertekin, B., Okur, Ö. D., & Seydim, Z. G. (2009). Peynirde amino asit katabolizması ile lezzet bileşenlerinin oluşumu. *GIDA*, 34(1), 43–50. <https://silo.tips/download/peynirde-amnoast-katabolizmasi-le-lezzet-bleenlernn-oluumu>
- Espejo-Carpio, F. J., de Gobba, C., Guadix, A., Guadix, E. M., & Otte, J. (2013). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of goat milk protein fractions. *International Dairy Journal*, 32(2), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.04.002>
- Fernández-García, E., Carbonell, M., & Nuñez, M. (2002). Volatile fraction and sensory characteristics of Manchego cheese. 1. Comparison of raw and pasteurized milk cheese. *Journal of Dairy Research*, 69(4), 579–593. <https://doi.org/10.1017/s0022029902005794>
- Fitzgerald, R. J., & Meisel, H. (2000). Milk protein-derived peptide inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme. *British Journal of Nutrition*, 84(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1017/S0007114500002221>
- Fox, P. F. (1989). Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *Journal of Dairy Science*, 72(6), 1379–1400. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(89\)79246-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(89)79246-8)
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of cheese science. In *Fundamentals of Cheese Science, Second Edition* (2nd ed.). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>
- Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (2004). Cheese: An Overview. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 1, Issue C, pp. 1–18). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80060-5](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80060-5)
- Fox, P. F., Wallace, J. M., Morgan, S., Lynch, C. M., Niland, E. J., & Tobin, J. (1996). Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek* 1996 70:2, 70(2), 271–297. <https://doi.org/10.1007/BF00395937>
- Futschik, J. (1960). The possibilities of influencing the salt content of semi-hard cheese. *D.S.A*, 22(12), 607.
- Geurts, T., Walstra, P., & Mulder, H. (1974). Transport of salt and water during salting of cheese. 1. Analysis of the processes involved. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 28, 102–129.
- Gobbetti, M., Ferranti, P., Smacchi, E., Goffredi, F., & Addeo, F. (2000). Production of angiotensin-I-converting-enzyme-inhibitory peptides in fermented milks started by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SS1 and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* FT4. In *Applied and Environmental Microbiology* (Vol. 66, Issue 9).
- Gómez-Ruiz, J. Á., Taborda, G., Amigo, L., Recio, I., & Ramos, M. (2006). Identification of ACE-inhibitory peptides in different Spanish cheeses by tandem mass spectrometry. *European Food Research and Technology*, 223(5), 595–601. <https://doi.org/10.1007/S00217-005-0238-0/TABLES/4>

- Grappin, R., & Beuquier, E. (1997). Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7(12), 751–761. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00006-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00006-5)
- Groziak, S. M., & Miller, G. D. (2000). Natural bioactive substances in milk and colostrum: effects on the arterial blood pressure system. *British Journal of Nutrition*, 84(S1), 119–125. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002348>
- Guinee, T. P. (2007). Salt in cheese. *Cheese Problems Solved*, 80–99. <https://doi.org/10.1533/9781845693534.80>
- Güler, Z. (2014). Profiles of Organic Acid and Volatile Compounds in Acid-Type Cheeses Containing Herbs and Spices (Surk Cheese). <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/10942912.2012.697957>, 17(6), 1379–1392. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.697957>
- Guo, D. F., Sun, Y. L., Hamet, P., & Inagami, T. (2001). The angiotensin II type 1 receptor and receptor-associated proteins. *Cell Research*, 11(3), 165–180. <https://doi.org/10.1038/SJ.CR.7290083>
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., & Sangwan, R. B. (n.d.). ACE-Inhibitory Activity of Cheddar Cheeses Made with Adjunct Cultures at Different Stages of Ripening. *Advances in Dairy Research*, 1(1), 1–6. Retrieved December 31, 2021, from <https://www.longdom.org/open-access/aceinhibitory-activity-of-cheddar-cheeses-made-with-adjunct-cultures-at-different-stages-of-ripening-19967.html>
- Gür, F., Güzel, M., Öncül, N., Yıldırım, Z., & Yıldırım, M. (2010). Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 8(1), 23–31.
- Gürkan, H. (2019). *Bazı Mayaların Beyaz Peynirde Uçucu Aroma Bileşikleri ve Proteoliz Düzeyine Katkısı ile Biyoaktif Peptit Üretme Performanslarının Belirlenmesi*.
- Gürsoy, A. (2019). Sütün Bileşimi ve Özellikleri. In *Süt Kimyası ve Biyokimyası*.
- Gürsoy, A., Şenel, E., Gürsel, A., Deveci, O., Karademir, E., & Yaman, Ş. (2001). Yağ İçeriği Azaltılmış Beyaz Peynir Üretiminde Isıl İşlem Uygulanan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus bulgaricus* Kültürlerinin Kullanımı. *Gıda*, 26(5), 375–383. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/92597>
- Güven, M., Konar, A., & Kleeberger, A. (1995). Inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen ve deri tulumlarda farklı sürelerde olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin saptanması üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 19, 293–298.
- Hailu, Y., Hansen, E. B., Seifu, E., Eshetu, M., Petersen, M. A., Lametsch, R., Rattray, F., & Ipsen, R. (2018). Rheological and sensory properties and aroma compounds formed during ripening of soft brined cheese made from camel milk. *International Dairy Journal*, 81, 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.01.007>
- Hannon, J. A., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M., Wallace, J. M., Morrissey, P. A., & Beresford, T. P. (2003). Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 13(4), 313–323. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00178-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00178-4)
- Hayaloglu, A. A. (2003). *Starter Olarak Kullanılan Bazı Lactococcus Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri*. Çukurova Üniversitesi.

- Hayaloglu, A. A. (2007). Comparisons of different single-strain starter cultures for their effects on ripening and grading of Beyaz cheese. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(8), 930–938. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2006.01312.X>
- Hayaloğlu, A. A., & Brechany, E. Y. (2007). Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of Malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese Ali. *Le Lait*, 87(1), 39–57. <https://doi.org/10.1051/lait:2006025>
- Hayaloğlu, A. A., Fox, P. F., Güven, M., & Çakmakçı, S. (2007). Cheese of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. *INRA Editions*, 87(2), 79–95. <https://doi.org/10.1051/lait>
- Hayaloglu, 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. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3460–3474. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73030-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73030-7)
- Hayaloğlu, A. A., Topçu, A., & Koca, N. (2011). *Peynir Biliminin Temelleri* (A. A. Hayaloğlu & B. Özer, Eds.). Sidas Yayıncılık. <https://www.nobelkitabevi.com.tr/gida-tarim-ve-hayvancilik/12564-peynir-biliminin-temelleri-9786058797611.html>
- Heaney, R. P. (2000). Calcium, dairy products and osteoporosis. *Journal of the American College of Nutrition*, 19, 83S-99S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718088>
- Higuchi, S., Ohtsu, H., Suzuki, H., Shirai, H., Frank, G. D., & Eguchi, S. (2007). Angiotensin II signal transduction through the AT1 receptor: novel insights into mechanisms and pathophysiology. *Clinical Science (London, England: 1979)*, 112(8), 417–428. <https://doi.org/10.1042/CS20060342>
- Hodgkinson, A. J., Wallace, O. A. M., Smolenski, G., & Prosser, C. G. (2019). Gastric digestion of cow and goat milk: Peptides derived from simulated conditions of infant digestion. *Food Chemistry*, 276, 619–625. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.065>
- Izco, J. M., & Torre, P. (2000). Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the ‘purge and trap’ method and analysed by GC–MS.’ *Food Chemistry*, 70(3), 409–417. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00100-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00100-X)
- Jandal, J. M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 22(2), 177–185. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00880-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00880-2)
- Jaspard, E., Costerousse, O., Wei, L., Corvol, P., & Alhenc-Gelas, F. (1992). The angiotensin I-converting enzyme (kininase II): Molecular and regulatory aspects. *Agents and Actions. Supplements*, 38 (Pt 1)(SUPPL. I), 349–358. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-7321-5_44
- Kamleh, R., Olabi, A., Toufeili, I., Najm, N. E. O., Younis, T., & Ajib, R. (2012). The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1140–1151. <https://doi.org/10.3168/JDS.2011-4878>
- Kandarakis, I., Moatsou, G., Georgala, A. I. K., Kaminarides, S., & Anifantakis, E. (2001). Effect of draining temperature on the biochemical characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry*, 72(3), 369–378. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00245-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00245-4)

- Karadeniz, F., & Damar, İ. (2019). Biyoaktif peptitlerin ve proteinlerin antioksidan aktiviteleri ve fonksiyonel gıdalarda kullanılabilirliği. In *Dünya Gıda* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699).
- Karagul Yuceer, Y., Tuncel, B., Guneser, O., Engin, B., Isleten, M., Yasar, K., & Mendes, M. (2009). Characterization of aroma-active compounds, sensory properties, and proteolysis in Ezine cheese. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4146–4157. <https://doi.org/10.3168/JDS.2009-2124>
- Karakuş, M., & Alperden, I. (1995). Effect of starter composed of various species of lactic bacteria on quality and ripening of turkish white pickled cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 28(4), 404–409. [https://doi.org/10.1016/0023-6438\(95\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0023-6438(95)90024-1)
- Karami, M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Rezaei, K., & Safari, M. (2009). Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. *Food Chemistry*, 112(3), 539–544. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.06.003>
- Katsiari, M. C., Alichanidis, E., Voutsinas, L. P., & Roussis, I. G. (2000). Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*, 10(9), 635–646. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00097-2)
- Kayaalp-Özdemir, T. (2016). *Besinsel lif ilavesinin beyaz peynirin özellikleri üzerine etkileri*. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=BxVZnObTbzd-kWIDXHRHhg&no=dmMhWjqOpQN-5_Z43c69VA
- Keleş, A. (1995). *Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Tulum Peynirinin Farklı Ambalajlarda Olgunlaştırılmasının Kaliteye Etkisi Üzerine Araştırmalar*.
- Keser, İ. (2020). *Mikrofiltrasyon işleminin sütün reolojik özellikleri üzerine etkisi*.
- Kılıç, S., & Gönç, S. (1990). İzmir tulum peynirinin kimi özellikleri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(3), 155–167.
- Klantschitsch, T., Bachmann, H.-P., & Puhan, Z. (2000). Influence of milk treatment and ripening conditions on quality of Raclette cheese. *Le Lait*, 80(1), 51–67. <https://doi.org/10.1051/lait:2000107>
- Koca, N. (1996). *Çeşitli Starter Kültür Kombinasyonlarının İzmir Teneke Tulum Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri* (p. 146).
- Kocak, A., Sanli, T., Anli, E. A., & Hayaloglu, A. A. (2020). Role of using adjunct cultures in release of bioactive peptides in white-brined goat-milk cheese. *LWT*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109127>
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2003). Bioactive peptides : new challenges and opportunities for the dairy industry. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58, 129–134.
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*, 16(9), 945–960. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2005.10.012>
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., & Akyüz, N. (1991). Erzincan Tulum (Şavak) Peynirinin Yapılışı, Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde bir Araştırma. *Gıda*, 16(5).

- Lavoie, J. L., & Sigmund, C. D. (2003). Minireview: Overview of the renin-angiotensin system-an endocrine and paracrine system. *Endocrinology*, *144*(6), 2179–2183. <https://doi.org/10.1210/EN.2003-0150>
- Law, J., Fitzgerald, G. F., Daly, C., Fox, P. F., & Farkye, N. Y. (1992). Proteolysis and Flavor Development in Cheddar Cheese Made with the Single Starter Strains *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* UC317 or *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* HP. *Journal of Dairy Science*, *75*(5), 1173–1185. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(92\)77864-3](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(92)77864-3)
- Lešić, T., Pleadin, J., Krešić, G., Vahčić, N., Markov, K., Vrdoljak, M., & Frece, J. (2016). Chemical and fatty acid composition of cow and sheep milk cheeses in a lamb skin sack. *Journal of Food Composition and Analysis*, *46*, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.11.007>
- Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N., & Vafopoulou-Mastrojiannaki, A. (1993). Effect of the type of lactic starter on microbiological chemical and sensory characteristics of Feta cheese. *Food Microbiology*, *10*(1). <https://doi.org/10.1006/fmic.1993.1004>
- López-Expósito, I., Amigo, L., & Recio, I. (2012). A mini-review on health and nutritional aspects of cheese with a focus on bioactive peptides. *Dairy Science and Technology*, *92*(5), 419–438. <https://doi.org/10.1007/s13594-012-0066-5>
- López-Fandiño, R., Otte, J., & van Camp, J. (2006). Physiological, chemical and technological aspects of milk-protein-derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity. In *International Dairy Journal* (Vol. 16, Issue 11, pp. 1277–1293). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.004>
- Marks, L. S., & Maxwell, M. H. (1979). Tigerstedt and the discovery of renin an historical note. *Journal of the American Heart Association*, *1*(4), 384–388. <http://ahajournals.org>
- Matar, C., LeBlanc, J. G., Martin, L. J., & Perdigon, G. (2003). Biologically active peptides released in fermented milk: Role and functions. In *Handbook of Fermented Functional Foods* (pp. 210–232). CRC Press. https://www.researchgate.net/publication/284690379_Biologically_Active_Peptides_Released_in_Fermented_Milk_Role_and_Functions
- McSweeney, P. L. H. (2017). Biochemistry of Cheese Ripening: Introduction and Overview. In E. D. W. Fox Patrick, McSweeney Paul, Cotter Paul D (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed.). Elsevier, Academic Press.
- McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, *57*(2–3), 127–144. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x>
- McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (1997). Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. *Le Lait*, *77*(1), 41–76. <https://doi.org/10.1051/LAIT:199713>
- McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Lucey, J. A., Jordan, K. N., & Cogan, T. M. (1993). Contribution of the indigenous microflora to the maturation of cheddar cheese. *International Dairy Journal*, *3*(7). [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90104-8](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90104-8)
- Mcsweeney, P., Sousa, M., Mcsweeney, P. L. H., Sousa, M. J., Mcsweeney, P. L. H., & Sousa, M. J. (2000). *Biochemical pathways for the production of flavour compounds in*

- cheeses during ripening: A review* . 80(3), 293–324.
<https://doi.org/10.1051/lait:2000127i>
- Meira, S. M. M., Daroit, D. J., Helfer, V. E., Corrêa, A. P. F., Segalin, J., Carro, S., & Brandelli, A. (2012a). Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay. *Food Research International*, 48(1), 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.009>
- Meira, S. M. M., Daroit, D. J., Helfer, V. E., Corrêa, A. P. F., Segalin, J., Carro, S., & Brandelli, A. (2012b). Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay. *Food Research International*, 48(1), 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.009>
- Meira, S. M. M., Helfer, V. E., Velho, R. V., Lopes, C., & Brandelli, A. (2012). Probiotic potential of *Lactobacillus* spp. isolated from Brazilian regional ovine cheese. *Journal of Dairy Research*, 79, 119–127.
- Meisel, H., & Bockelmann, W. (1999). Biochemical Properties of Peptides Encrypted in Bovine Milk Proteins. *Current Medicinal Chemistry*, 76(1), 207–215. <https://doi.org/10.2174/0929867054546618>
- Mendia, C., Ibañez, F. J., Torre, P., & Barcina, Y. (2000). Effect of pasteurization and use of a native starter culture on proteolysis in a ewes' milk cheese. *Food Control*, 11(3), 195–200. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(99\)00099-7](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(99)00099-7)
- Metin, M. (2003). *Süt Teknolojisi & Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Nabipour, A., & van den Borne, J. J. G. C. (2015). Effects of supplementation level and particle size of alfalfa hay on growth characteristics and rumen development in dairy calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(3), 553–564. <https://doi.org/10.1111/JPN.12229>
- Molimard, P., & Spinnler, H. E. (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 79, Issue 2, pp. 169–184). American Dairy Science Association. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76348-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76348-8)
- Moller, N. P., Scholz-Ahrens, K. E., Roos, N., & Schrezenmeir, J. (2008). Bioactive peptides and proteins from foods: Indication for health effects. *European Journal of Nutrition*, 47, 171–182. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-0710-2>
- Murray, B., & FitzGerald, R. (2007). Angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins: Biochemistry, bioactivity and production. *Current Pharmaceutical Design*, 13(8), 773–791. <https://doi.org/10.2174/138161207780363068>
- Nazlı, B., & Yıldırıcı, G. (1995). İstanbul'da satılan Tulum peynirlerinde saptanan organoleptik ve fiziko-kimyasal özelliklerin, deneysel üretim ile karşılaştırmalı analizi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(2), 485–501.
- Ocak, E., Tunçtürk, Y., Javidipour, I., & Köse, Ş. (2015). Farklı Tür Sütlerinden Üretilen Van Otlu Peynirlerinde Olgunlaşma Boyunca Meydana Gelen Değişiklikler: II. Mikrobiyolojik Değişiklikler, Lipoliz ve Serbest Yağ Asitleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 164–173. <https://doi.org/10.29133/YYUTBD.236402>

- Okan, O. T., Varlıbaş, H., Öz, M., & Deniz, İ. (2013). Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 48–59.
- Ondetti, M. A., & Cushman, D. W. (1982). Enzymes of the renin-angiotensin system and their inhibitors. *Annual Review of Biochemistry*, Vol.51, 283–308. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.51.070182.001435>
- Önür, Z. Y. (2015). Keçi ve Koyun Sütlerinin Kimyasal Bileşimleri. *Gıda*, 40(6), 363–371. <https://doi.org/10.15237/gida.GD15026>
- Ordóñez, A. I., Ibáñez, F. C., Torre, P., & Barcina, Y. (1999). Effect of ewe's-milk pasteurization on the free amino acids in Idiazabal cheese. *International Dairy Journal*, 9(2), 135–141. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00034-5)
- Ortigosa, M., Torre, P., & Izco, J. M. (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1320–1330. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70161-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70161-0)
- Özaltın, K. E. (2011). Yağsız süte katılan peyniraltı suyunun, civil peynirin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi.
- Özmen, D. (2019). Gıda endüstrisinde kullanılan bazı hidrokolloidlerin doğrusal olmayan bölgedeki reolojik davranışlarının incelenmesi.
- Öztürk, H. İ. (2015). Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Tulum Peynirlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin, Biyoaktif Peptid İçeriklerinin ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi.
- Öztürk, Ö. (2020). Bereketli Hilal - Özhan Öztürk Makaleleri. <https://ozhanozturk.com/2020/06/03/bereketli-hilal/>
- Pagthinathan, M., & Nafees, M. S. M. (2017). Biochemistry of cheese ripening. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, 10(0), 16. <https://doi.org/10.4038/agrieast.v10i0.25>
- Pappa, E. C., Kandarakis, I., Anifantakis, E. M., & Zerfiridis, G. K. (2006). Influence of types of milk and culture on the manufacturing practices, composition and sensory characteristics of Teleme cheese during ripening. *Food Control*, 17(7), 570–581. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.03.004>
- Park, Y. W., & Jin, Y. K. (1998). Proteolytic patterns of Caciotta and Monterey Jack hard goat milk cheeses as evaluated by SDS-PAGE and densitometric analyses. *Small Ruminant Research*, 28(3), 263–272. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(97\)00092-8](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(97)00092-8)
- Patır, B., Ateş, G. D. A., & Kök, F. (2000). Elazığ'da tüketime sunulan Tulum peynirinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi ile laktik asit bakterileri üzerine araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(1), 75–83.
- Paul, M., Mehr, A. P., & Kreutz, R. (2006). Physiology of local renin-angiotensin systems. *Physiological Reviews*, 86(3), 747–803. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00036.2005>
- Peng, X., Xiong, Y. L., & Kong, B. (2009). Antioxidant activity of peptide fractions from whey protein hydrolysates as measured by electron spin resonance. *Food Chemistry*, 113(1), 196–201. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.07.068>

- Pihlanto, A., Virtanen, T., & Korhonen, H. (2010a). Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity and antihypertensive effect of fermented milk. *International Dairy Journal*, *20*(1), 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.07.003>
- Pihlanto-Leppälä, A. (2000). Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: Opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in Food Science and Technology*, *11*(9–10), 347–356. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00003-6)
- Pihlanto-Leppälä, A., Rokka, T., & Korhonen, H. (1998). Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides derived from bovine milk proteins. *International Dairy Journal*, *8*(4), 325–331. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00048-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00048-X)
- Power, M. L., & Schulkin, J. (2016). *Milk: The biology of lactation*. Johns Hopkins University Press.
- Queiroga, R. de C. R. do E., Santos, B. M., Gomes, A. M. P., Monteiro, M. J., Teixeira, S. M., de Souza, E. L., Pereira, C. J. D., & Pintado, M. M. E. (2013). Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *LWT - Food Science and Technology*, *50*(2), 538–544. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2012.08.011>
- Rehman, S. U., Banks, J. M., Brechany, E. Y., Muir, D. D., McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2000). Influence of ripening temperature on the volatiles profile and flavour of Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal*, *10*(1–2), 55–65. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00019-4)
- Rehman, S. U., Banks, J. M., McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2000). Effect of ripening temperature on the growth and significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal*, *10*(1–2), 45–53. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00022-4)
- Rehman, S. U., McSweeney, P. L. H., Banks, J. M., Brechany, E. Y., Muir, D. D., & Fox, P. F. (2000). Ripening of Cheddar cheese made from blends of raw and pasteurised milk. *International Dairy Journal*, *10*(1–2), 33–44. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00024-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00024-8)
- Rosendorff, C. (1996). The renin-angiotensin system and vascular hypertrophy. *Journal of the American College of Cardiology*, *28*(4), 803–812. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(96\)00251-3](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(96)00251-3)
- Ryhänen, E. L., Pihlanto-Leppälä, A., & Pahkala, E. (2001). A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal*, *11*(4–7), 441–447. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00079-6)
- Sahingil, D., Hayaloglu, A. A., Kirmaci, H. A., Özer, B., & Simsek, O. (2014). Changes of proteolysis and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activity in white-brined cheese as affected by adjunct culture and ripening temperature. *Journal of Dairy Research*, *81*(4), 394–402. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000326>
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., Ishihara, N., & Juneja, L. R. (2005). Antioxidant properties of casein calcium peptides and their effects on lipid oxidation in beef homogenates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(2), 464–468. <https://doi.org/10.1021/JF0487699>

- Saraç Yüce, A. (2012). *Pancar Şekerinde Kokuya Neden Olan Maddelerin Belirlenmesi ve Giderilmesi*. <https://docplayer.biz.tr/38797504-Ankara-universitesi-fen-bilimleri-enstitusu-yuksekk-lisans-tezi-pancar-sekerinde-kokuya-neden-olan-maddelerin-belirlenmesi-ve-giderimi.html>
- Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos, G., & Tsakalidou, E. (2002). Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 76(1–2), 93–105. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00021-1)
- Sert, D., Akin, N., & Aktumsek, A. (2014). Lipolysis in Tulum cheese produced from raw and pasteurized goats' milk during ripening. *Small Ruminant Research*, 121(2–3), 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.06.006>
- Sezen Demirci, F. (2012). *Beyaz Peynirde Aroma Profilinin Karakterizasyonu*.
- Shah, N. P. (2000). Effects of milk-derived bioactives: an overview. *The British Journal of Nutrition*, 84 Suppl 1(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1017/S000711450000218X>
- Silva, D. D. da, Lima, M. dos S. F. de, Silva, M. F. da, Silva, G. R. da, Campos, J. F., Albuquerque, W. W. C., Cavalcanti, M. T. H., & Porto, A. L. F. (2019). Bioactive water-soluble peptides from fresh buffalo cheese may be used as product markers. *Lwt*, 108(July 2018), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.035>
- Silva, R. A., Lima, M. S. F., Viana, J. B. M., Bezerra, V. S., Pimentel, M. C. B., Porto, A. L. F., Cavalcanti, M. T. H., & Lima Filho, J. L. (2012). Can artisanal “coalho” cheese from Northeastern Brazil be used as a functional food? *Food Chemistry*, 135(3), 1533–1538. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.058>
- Sıçramaz, H. (2014). *Değişik yöntemlerle üretilen Çerkez peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin tespiti* [Sakarya Üniversitesi]. <https://acikerisim.sakarya.edu.tr/handle/20.500.12619/79914>
- Skeie, S., & Ardö, Y. (2000). Influence from Raw Milk Flora on Cheese Ripening Studied by Different Treatments of Milk to Model Cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 33(7), 499–505. <https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0700>
- Smit, G., Verheul, A., van Kranenburg, R., Ayad, E., Siezen, R., & Engels, W. (2000). Cheese flavour development by enzymatic conversions of peptides and amino acids. *Food Research International*, 33(3–4), 153–160. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00029-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00029-6)
- Sousa, M. J., & Malcata, F. X. (1997). Ripening of ovine milk cheeses: Effects of plant rennet, pasteurization, and addition of starter on lipolysis. *Food Chemistry*, 59(3), 427–432. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00298-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00298-1)
- Takano, t. (2002). Anti-hypertensive activity of fermented dairy products containing biogenic peptides - PubMed. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 82, 333–340. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12369200/>
- Tekin, A. (2016). *Keçi Derisi ve Bidonda Olgunlaştırılan Koyun (Karaman) Tulum Peynirlerinde Biyokimyasal ve Duyusal Nitelikler*.
- Tekin, A., & Güler, Z. (2019b). Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. *Food Chemistry*, 286, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.190>

- Temizkan, R. (2012). *Kaşar peynirinin bileşim, proteoliz, fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri üzerine inek, koyun ve keçi sütü kullanımının etkisi*.
- TEPGE. (2020). *Durum Tahmin Raporu*. <http://www.tarimormaninsan.com/img/9-tarim-ve-insan-fotograf-yarismasi/genel/ikincilik-odulu-irfan->
- Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Pub. L. No. Tebliğ No: 2015/6, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü (2015). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm>
- TÜİK. (2019). *Süt Ürünleri İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr>
- Tulukoğlu, G. B. (2019a). *İzmir Tulum Peyniri Yapımında Peyniraltı Suyu(PAS) Kültürünün Kullanımı*.
- Üçüncü, M. (1971). *Çeşitli starterlerle işlenen beyaz peynirlerin nitelikleri üzerinde araştırmalar*.
- Üçüncü, M. (2004). *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi, II.Cilt*. Meta Basım.
- Üçüncü, M. (2005). *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*. Meta Basım. <https://www.nadirkitap.com/sut-ve-mamulleri-teknolojisi-mustafa-ucuncu-kitap9332757.html>
- Unger, T. (2002). The role of the renin-angiotensin system in the development of cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 89. https://www.academia.edu/35853457/The_role_of_the_renin_angiotensin_system_in_the_development_of_cardiovascular_disease
- Urbach, G. (1997). The chemical and biochemical basis of cheese and milk aroma. In *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk* (pp. 253–298). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1121-8_8
- USK. (2020). *2019 Süt Raporu, Dünya ve Türkiye'de Süt Sektörü İstatistikleri*. .
- Uzkuç, H., Güneşer, O., & Yüceer, Y. (2018). Lipaz enzimi ve destek kültür kullanımının keçi peynirinin olgunlaşması üzerine etkileri. *GIDA*, 43(2), 250–263. <https://doi.org/10.15237/gida.gd17102>
- Valdivielso, I., Albisu, M., de Renobales, M., & Barron, L. J. R. (2016). Changes in the volatile composition and sensory properties of cheeses made with milk from commercial sheep flocks managed indoors, part-time grazing in valley, and extensive mountain grazing. *International Dairy Journal*, 53, 29–36. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2015.09.007>
- Vermeirssen, V., Camp, J. van, & Verstraete, W. (2020). *Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides*. <https://doi.org/10.1079/BJN20041189>
- Vujicic, I. (1963). A study on the relationship between the factors influencing the time of cheese salting. *Milchwissenschaft*, 18(6), 282–284.
- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88(4–5), 389–405. <https://doi.org/10.1051/dst:2008012>
- Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., McKenna, A., & White, N. (2001). Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties

- and proteolysis. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 455-464. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00070-X)
- Xie, Z., Huang, J., Xu, X., & Jin, Z. (2008). Antioxidant activity of peptides isolated from alfalfa leaf protein hydrolysate. *Food Chemistry*, 111(2), 370-376. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.03.078>
- Yaşar, K. (2007). *Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkisi.*
- Yaygın, H. (1971b). Salamuralı Tulum peynirinin yapılışı ve özellikleri üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 91-124.
- Yerlikaya, O. (2012). *Süt ve Geleneksel Süt Ürünlerinden Probiyotik Özellikleri Enterococcus Türlerinin İzolasyonu, Tanılanması ve İzmir Tulum Peyniri Üretiminde Destek Kültür Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması.*
- Yıldırım, S. (2014). *Farklı orjinden sütlerin rennetlenme kinetiklerinin yüzey hidrofobisitesi yaklaşımıyla incelenmesi.*
- Yvon, M., & Rijnen, L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 185-201. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00049-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00049-8)

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : **Esmanur YILMAZ KISAK**

ÖĞRENİM DURUMU:

- ✓ **Lisans** : 2015, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
- ✓ **Yüksek Lisans** : 2021, İnönü Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

