

**YAYIK ALTI SUYU KULLANIMININ DÜŞÜK YAĞLI KAŞAR
PEYNİRLERİNİN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

H. Rıza AVCI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAYIK ALTI SUYU KULLANIMININ
DÜŞÜK YAĞLI KAŞAR PEYNİRLERİNİN
FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Halil Rıza AVCI
0000-0002-6393-4914

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Halil Rıza AVCI tarafından hazırlanan “Yayık Altı Suyu Kullanımının Düşük Yağlı Kaşar Peynirlerinin Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

Başkan	:	Prof. Dr. Tülay ÖZCAN 0000-0002-0223-3807 Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye	:	Prof. Dr. Lutfiye YILMAZ ERSAN 0000-0002-8482-5055 Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye	:	Prof. Dr. Hıdır GENÇOĞLU 0000-0003-1067-2874 Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları	İmza
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Ufuk EREN VAPUR 0000-0002-8272-0719 Nişantaşı Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı	İmza
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Adnan Fatih DAĞDELEN 0000-0002-6777-273X Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
10/08/2022

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

10/08/2022

Halil Rıza AVCI

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN
10/08/2022

H. Rıza AVCI
10/08/2022

ÖZET

Doktora Tezi

YAYIK ALTI SUYU KULLANIMININ DÜŞÜK YAĞLI KAŞAR PEYNİRLERİNİN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Halil Rıza AVCI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, tereyağı teknolojisi atığı ve yan ürünü yayık altı suyunun fonksiyonel bileşiminin belirlenmesi, peynir üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması ve yayık altı suyundan nutrasötik değeri artırılmış ve teknolojik özellikleri geliştirilmiş kaşar peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaca yönelik olarak yayık altı suyundan elde edilen yayık altı tozunun yağsız ve az yağlı kaşar peyniri üretiminde yağ ikamesi ve fonksiyonel katkı olarak kullanımı incelenmiştir.

Çalışmada, kaşar peyniri üretimi Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nin belirlediği bileşim değerlerine göre gerçekleştirilmiştir. Üretimde az yağlı (KA) ve yarım yağlı (KY) kaşar peyniri telemelerine optimize edilen oranlarda (%0; 2,5; 5,0 ve 7,5) yayık altı suyu tozu ilave edilmiş ve kontrol tam yağlı peynir grubu da (KT) dahil olmak üzere 9 farklı peynir modeli üretilmiştir. Üretilen peynirler $+4\pm1$ °C'de olgunlaşmaya bırakılmış ve depolamanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde fonksiyonel bileşim, fiziksel, biyokimyasal, tekstürel, eriyebilirlik ve duyusal beğeni ile kantitatif tanımlayıcı özellikleri (QDA) belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, kaşar peynirlerinin yayık altı tozu ile zenginleştirilmesinin teknolojik ve fonksiyonel özelliklerine önemli etkide bulunduğunu göstermiştir ($p\leq 0,01$). Peynirlerde olgunlaşma, sertlik, erime özellikleri, uzama direnci ve esneme kalitesi ile biyokimyasal özelliklerde değişimler ortaya çıkarmıştır. Aroma profili ve duyusal tanımlayıcı özellikler olgunlaşma ile birlikte gelişmiştir. Tüketici beğenisi ve duyusal özellikler genel olarak “çok beğendim, >8 ” değerlerinin üzerinde beğeni almıştır. Yenilikçi ürün tasarımlarında, çeşitli gıda ve süt ürünlerinin teknolojik ve nutrasötik modifikasyonunda yayık altı suyu ve bundan elde edilen tozun başarı ile kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yayık altı suyu, kaşar peyniri, fonksiyonel gıda, yağ ikamesi

2022, xi + 179 sayfa.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BUTTERMILK ON THE FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LOW-FAT KASHAR CHEESES

Halil Rıza AVCI

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

In this study, it was aimed to determine the functional composition of buttermilk which seen as a waste of butter technology, to investigate the possibilities of using in cheese production, and thus to produce kashar cheese with increased functional value and improved technological properties. For this purpose, the use of buttermilk powder obtained from buttermilk as a fat substitute and functional additive in the production of non-fat and low-fat kashar cheese has been studied.

In the study, the production of kashar cheese was carried out according to the composition values determined by the Turkish Food Codex Cheese Regulation. In production, buttermilk powder was added in optimized proportions (0; 2,5; 5,0 and 7,5%) to non-fat (KA) and low-fat (KY) kashar cheeses and 9 different cheese models were produced, including the control group (KT). The cheeses were left to mature at $+4 \pm 1$ °C and functional composition, physical, biochemical, textural, solubility and sensory taste and quantitative descriptive characteristics (QDA) were determined on the 1., 30., 60. and 90. days of maturation.

The results showed that the enrichment of kashar cheeses with buttermilk powder had a significant effect on their technological and functional properties ($p \leq 0.01$). Along with the maturation of cheeses, it was observed changes in biochemical properties, hardness, melting properties, resistance to extension and stretch quality. The aroma profile and qualitative descriptive characteristics have improved with maturation. Consumer liking and sensory characteristics were generally appreciated above the value of “I like it very much, >8 ”. It was concluded that buttermilk and it’s powder can be successfully used in innovative product designs, technological and nutraceutical modification of various food and dairy products.

Key words: Butter milk, kashar cheese, functional food, fat replacer

2022, xi + 179 pages.

TEŞEKKÜR

Tüketicilerin hayat beklentilerindeki değişimler ve sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan fonksiyonel bileşenlere olan ilgiyi giderek arttırmaktadır. Özellikle son yıllarda yayık altı suyu ve benzeri atıkların değerlendirilmesi ve bu atıkların fonksiyonel etkisinin ürünlere kattığı özellik ile yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesi tüm dünyada önem kazanmaktadır. Bu gerçekten yola çıkarak konunun belirlenmesi, projenin tasarlanması ve tezin gerçekleştirilmesindeki katkıları ile değerli danışman hocamın rehberliğinde hazırlanan bu proje yoğun çalışmamızın bir ürünüdür. Çalışmam, **DDP(Z)-2020/3, "Yayık altı Suyu Kullanımının Düşük Yağlı Kaşar Peynirlerinin Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması"** adını taşıyan proje ile destek sağlayan Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi'ne **(BAP)** teşekkür ederim. Proje çalışmasının hipotezinde, araştırılmasında, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde ilgi ve desteğini hep yanımda hissettiğim, tecrübesi, yönlendirme ve bilgilendirmesi ile çalışmamı bilimsel temeller ışığında yürütmemi sağlayan, zor zamanlarımda her türlü desteğiyle yanımda olan, en büyük yardım ve teselli kaynağım olan proje danışmanı değerli hocam Prof. Dr. Tülay ÖZCAN'a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Tez çalışmam sırasında yardımlarından dolayı tez izleme komitesinde yer alan hocalarımdan Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ-ERSAN ve Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN'e, analiz ve istatistiki değerlendirmelerdeki yardımlarından dolayı Gıda Yüksek Mühendisi Gökçe KESER ve Merve DEMİRAY-TEYMUROĞLU'na, kaşar peyniri üretimlerinde fedakar yardımları için İnsüt firması ve Gıda Yüksek Mühendisi Mehmet OKUMUŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak çalışmamın bu noktaya gelmesi yönünde beni sabırla destekleyen, her zaman varlıklarıyla huzur bulduğum, moral ve pozitif enerji kaynağım değerli eşim Melek ve oğlum Haktan Burak'a sonsuz teşekkürler.

Projenin gıda sektörüne, konu ile ilgili olan her meslek grubundan öğrencilere, akademisyenlere ve sektörün diğer paydaşlarına faydalı olması en büyük dileğimdir.

Halil Rıza AVCI

10/08/2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	10
2.1. Süt Ürünlerinde Yağ Oranının Azaltılması	10
2.2. Süt Yağı Globül Membranı'nın Fonksiyonel ve Teknolojik Özellikleri	14
2.2.1. Yayık altı suyunun bileşenleri	25
2.2.2. Süt yağı globül membranı'nın (SYGM) özellikleri	32
2.2.3. Yayık altı suyu SYGM bileşenlerinin sağlık üzerine etkileri.....	35
2.2.4. Yayık altı suyunun peynir üretiminde kullanımı.....	43
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	49
3.1. Materyal.....	49
3.2. Yöntem	49
3.2.1. Deneme deseni	49
3.2.2. Kaşar peyniri üretimi.....	50
3.2.3. Kaşar peynirlerinde fiziksel ve biyokimyasal analizler	53
3.2.4. Kaşar peynirlerinde tekstürel analizler.....	58
3.2.5. Kaşar peynirlerinde kromatografik analizler.....	62
3.2.6. Kaşar peynirlerinde duyu analizi	63
3.2.7. Kaşar peynirlerinde istatistiksel analizler ve sonuçların değerlendirilmesi ...	64
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	65
4.1. Üretimde Kullanılan Çiğ İnek Sütü, Yayık Altı Tozu ve Yayık Altı Suyunun Özellikleri.....	65
4.2. Kaşar Peynirlerinin Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri	69
4.2.1. pH değeri	69
4.2.2. Titrasyon asitliği.....	71
4.2.3. Kurumadde oranı (%)	74

4.2.4. Yağ ve kurumadde de yağ (%)	76
4.2.5. Tuz ve kurumadde de tuz (%)	77
4.2.6. Kül ve kurumadde de kül (%)	80
4.2.7. Toplam azot (%)	85
4.2.8. Suda çözünen azot (%)	85
4.2.9. Protein oranı (%)	87
4.2.10. Olgunlaşma katsayısı	89
4.2.11. Laktoz (%)	90
4.2.12. Kaşar peynirlerinin renk özellikleri	95
4.3. Kaşar Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri	100
4.3.1. Sertlik	100
4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness)	102
4.3.4. Esneklik (Springiness)	102
4.3.5. Sakızımsılık (Gumminess)	103
4.3.6. Çiğnenebilirlik (Chewiness)	104
4.3.7. Elastikiyet (Resilience)	105
4.3.8. Uzama direnci (Resistance to extension)	112
4.3.9. Esneme kalitesi (Stretch quality)	113
4.3.10. Schreiber eriyebilirlik değeri	114
4.4. Kaşar Peynirlerinin Yağ Asidi Bileşimi	117
4.4.1. Bütirik asit (4/0)	119
4.4.2. Kaproik asit (6/0)	120
4.4.3. Kaprilik asit (8/0)	120
4.4.4. Kaprik asit (10/0)	120
4.4.5. Laurik asit (12/0)	121
4.4.6. Miristik asit (14/0)	121
4.4.7. Palmitik asit (16/0)	122
4.4.8. Stearik asit (18/0)	122
4.4.9. Oleik asit (18/1)	123
4.4.10. Linoleik asit (18/2)	123
4.4.11. Linolenik asit (18/3n3)	124
4.5. Kaşar Peynirlerinin Amino Asit Bileşimi	127
4.5.1. Fenilalanin (Phe)	128
4.5.2. Histidin (His)	128
4.5.3. İzolösin (Ile)	129
4.5.4. Lösin (Leu)	129

4.5.5. Lisin (Lys)	130
4.5.6. Methionin (Met)	130
4.5.7. Treonin (Thr).....	130
4.5.8. Valin (Val).....	131
4.5.9. Alanin (Ala).....	131
4.5.10. Arjinin (Arg).....	131
4.5.11. Aspartik asit (Asp).....	132
4.5.12. Glisin (Gly).....	132
4.5.13. Glutamik Asit (Glu).....	133
4.5.14. Hidroksiprolin (Hyp).....	133
4.5.15. Prolin (Pro)	133
4.5.16. Serin (Ser).....	134
4.5.17. Tirosin (Tyr)	134
4.6. Kaşar Peynirlerinin Duyusal Özellikleri	139
5. SONUÇ	152
KAYNAKLAR.....	158
EKLER	177
ÖZGEÇMİŞ.....	178

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
G	Gram
L	Litre
mL	Mililitre
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
N	Normal
mmol/L	Milimol/Litre
g/L	Gram/Litre
µ	Mikron
gs	Gramsaniye
dk	Dakika
CO ₂	Karbondioksit
H ₂	Hidrojen
H ₂ SO ₄	Sülfirik Asit
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
µmol	mikromol
vb.	ve benzeri
MÖ:	Milattan önce
NaCl	Sodyum klorür
SYGM	Süt yağı globül membranı
KM	Kurumadde
K ₂ CrO ₄	Potasyum kromat
AgNO ₃	Gümüş nitrat
TPA	Tekstür profil cihazı
DAD	Diod array dedector
FID	Alev iyonlaşmalı dedektör
CLA	Konjuge Linoleik Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Yağ ikamelerinin sınıflandırılması	13
Şekil 2.2.	Tereyağı üretiminde kullanılan farklı işlem basamaklarının, süt matriksi üzerindeki etkileri ile şematik gösterimi	15
Şekil 2.3.	Yoğurt ve farklı tip yayık altı suyu üretimi akım şeması	19
Şekil 2.4.	Kazein misellerine ait alt-misel modellemesinin şematik görünümü	27
Şekil 2.5.	Doğal süt yağı globülünün taramalı elektron fotoğrafındaki görünümü	33
Şekil 2.6.	SYGM'nin yapısı	34
Şekil 3.1a.	Kaşar peynirlerinin üretimi	51
Şekil 3.1b.	Kaşar peynirlerine ait üretim akım şeması	52
Şekil 3.2.	CIELAB sisteminde L*, a* ve b* değerlerinin renk uzayındaki tanımı	58
Şekil 3.3.	Tekstür analizlerinde kullanılmış olan TPA cihazının görünümü ve silindir prob ile uygulaması	59
Şekil 3.4.	TPA cihazında uzayabilirlik probu (cheese extensibility rig) ile esneme kalitesi ve uzama direnci parametrelerinin grafik olarak ifadesi	60
Şekil 4.1.	Farklı oranlarda yayık altı tozu içeren kaşar peynirlerinin depolama süresince ortalama pH değerleri değişim grafiği	70
Şekil 4.2.	Farklı oranlarda yayık altı tozu içeren kaşar peynirlerinin depolama süresince ortalama titrasyon asitliği değerleri	73
Şekil 4.3.	Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerindeki kuru madde değişim grafiği	75
Şekil 4.4.	Kaşar peyniri örneklerinin depolama süresince toplam yağ ve kurumadde de yağ değerleri (%) değişim grafikleri	78
Şekil 4.5.	Kaşar peynirlerinin depolama süresince tuz ve kurumadde de tuz (%) değerleri değişim grafikleri	80
Şekil 4.6.	Kaşar peynirlerinin depolama süresi boyunca a) Kül ve b) Kuru madde de kül değerleri değişim grafikleri	82
Şekil 4.7.	Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca toplam azot içerikleri değişim grafiği	86
Şekil 4.8.	Kaşar peynirlerinin olgunlaştırma süreci boyunca %SÇA değerlerine ait değişim grafiği	86
Şekil 4.9.	Kaşar peyniri örneklerinin depolama süresince protein oranlarının değişimi	88
Şekil 4.10.	Kaşar peyniri örneklerinde olgunlaştırma süreci boyunca olgunlaşma katsayısı değerleri değişim grafiği	90

Şekil 4.11	Olgunlaşma süreci boyunca kaşar peyniri örneklerinin laktoz içeriği değişim grafiği	91
Şekil 4.12.	Kaşar peynirlerinin renk özelliklerinin (L^* , a^* , b^*) depolama süresince değişim grafikleri	97
Şekil 4.13	Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri	109
Şekil 4.13.	Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri (Devamı)	110
Şekil 4.13.	Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri (Devamı)	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Yayık altı suyu ve yağsız sütün bileşimi	16
Çizelge 2.2.	Yayık altı suyunun gıda uygulamaları	22
Çizelge 2.3.	Çeşitli süt ürünlerinde toplam yağ ve polar lipid oranları	25
Çizelge 2.4.	Yayık altının lipid kompozisyonu	31
Çizelge 2.5.	Yayık altı suyu fraksiyonlarındaki gliserofosfolipid ve sfingolipid profili	31
Çizelge 2.6.	SYGM'nin bileşimi	33
Çizelge 3.1.	Farklı yağ oranlarına göre standardize edilen kaşar peynirlerine ait deneme deseni	51
Çizelge 4.1.	Kaşar peyniri üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün özellikleri	66
Çizelge 4.2a.	Peynir üretiminde kullanılan yayık altı tozu ve elde edildiği yayık altı suyunun fiziksel ve biyokimyasal özellikleri	67
Çizelge 4.2b.	Peynir üretiminde kullanılan yayık altı tozu ve elde edildiği yayık altı suyunun fonksiyonel özelliklerinden amino asit ve yağ asidi bileşenleri	68
Çizelge 4.3.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca titrasyon asitliği ve pH değerleri	73
Çizelge 4.4.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait varyans analizi	74
Çizelge 4.5.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri	83
Çizelge 4.6.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin fiziko-kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları	84
Çizelge 4.7.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca toplam azot, suda çözünen azot, protein ve olgunlaşma katsayısı değerleri	92
Çizelge 4.8.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin bazı protein ve olgunlaşma değerlerine ait varyans analizi sonuçları	93
Çizelge 4.9.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca laktoz değerleri	94
Çizelge 4.10	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin laktoz değerlerine ait varyans analizi sonuçları	94
Çizelge 4.11.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	98
Çizelge 4.12.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	99
Çizelge 4.13.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özellikleri	106

Çizelge 4.13.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özellikleri (devamı)	107
Çizelge 4.14.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin tekstürel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları	108
Çizelge 4.15.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca uzama direnci, esneme kalitesi ve Schreiber eriyebilirlik değerleri	116
Çizelge 4.16.	Kaşar peyniri örneklerinin tekstür profili eriyebilirlik ve Schreiber eriyebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	117
Çizelge 4.17.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca yağ asidi (%) değerleri	126
Çizelge 4.18.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin yağ asidi bileşimine ait varyans analizi sonuçları	127
Çizelge 4.19.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca esansiyel amino asit (g/kg) değerleri	137
Çizelge 4.20.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca esansiyel olmayan amino asit (g/kg) değerleri	138
Çizelge 4.21.	Kaşar peyniri örneklerinin amino asit bileşimine ait varyans analizi sonuçları (g/kg)	139
Çizelge 4.22.	Kontrol grubu kaşar peynirlerinin duyuusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim	146
Çizelge 4.23.	Yarım yağlı kaşar grubu peynirlerinin duyuusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim	147
Çizelge 4.24.	Az yağlı kaşar grubu peynirlerinin duyuusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim	148
Çizelge 4.25.	Kaşar peynirlerinin Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen “aromatik tatlar” değerlerine ait varyans analizi tablosu	149
Çizelge 4.26.	Kaşar peynirlerinin Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen “temel tatlar” değerlerine ait varyans analizi tablosu	150
Çizelge 4.27.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin Kantitatif Tanımlayıcı Test (QDA) kapsamında elde edilen tekstürel değerlerine ait varyans analizi sonuçları	149
Çizelge 4.28.	Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin tüketici beğenisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları	150

1. GİRİŞ

Peynir dünyanın pek çok bölgesinde farklı tür hayvan sütlerinden ve değişen yöntemler ile üretilen, protein, yağ, kalsiyum, fosfor ve B vitaminleri içeriği yönünden oldukça zengin ve yeryüzünün değişen coğrafyalarında sevilen fermente bir süt ürünüdür. Sütün pıhtılaşması ve sonrasında pıhtının farklı uygulamalar ile işlenmesiyle elde edilen peynirin üretiminde temel hammadde inek sütü olmakla birlikte koyun, keçi ve manda sütleri de bölgesel olarak kullanılabilir. Buna ilaveten üretim yöntemi ve ürünün teknolojik özelliklerine bağlı olarak peynir üretiminde peynir altı suyu, yayık altı suyu ve rekonstitüe süt gibi farklı hammadde ya da yardımcı katkı bileşenleri de kullanılmaktadır. Örneğin peynir altı suyundan elde edilen Lor peyniri ve farklı yağ oranına sahip sütlere peyniraltı suyu karıştırılarak üretilen Ricotta peyniri bu grupta yer almaktadır (Metin, 2001; Paxson, 2012).

Peynir, sütün jelleşmesi, telemenin oluşması, jelin dehidrasyonu ve pıhtının işlenmesi üretim aşamalarını içeren bir protein jelidir. Pıhtılaşmada oluşan misel toplulukları yağ globülleri, su ve yağı da içerisinde tutan üç boyutlu ağ örgüsü oluşturarak sertleşmekte ve şekil kazanarak pıhtıyı ve peynire özgü mikro yapıyı oluşturmaktadır (Özdemir & Özcan, 2019).

Peynir üretiminin temel prosesi olan pıhtılaştırmada endüstriyel proteolitik enzimler (rennin vb.) kullanılabildiği gibi çeşitli organik asitler ile de jelleşme gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde peynirler; taze tüketilen ve olgunlaştırılarak tüketilen peynirler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ancak dünyada üretilen peynirlerin büyük bir kısmı (%75 kadarı) endüstriyel peynir mayası ile; sütün pıhtılaştırılarak üretildiği olgunlaştırılmış peynirler sınıfına girmektedir. Olgunlaştırılan peynirlerde, fermantasyon süreci ile birlikte, olgunlaştırma şartlarındaki sıcaklık ve nisbi rutubet gibi değişkenlere bağlı olarak peynirin karakteristik yapısal ve aromatik özellikleri şekillenmektedir. Peynirlerin %25'i ise sütün organik asitlerle pıhtılaştırılması sonucu elde edilen taze peynirlerdir. Peynir üretiminde diğer bir pıhtılaştırma şekli ise süte organik asit ilavesinin ısı ile eşzamanlı olarak gerçekleştirildiği sistemlerdir (Hayaloğlu & Özer, 2011). Beyaz peynir, kaşar peyniri, tulum peyniri gibi ülkemizde

en çok tercih edilen peynirlerin yanısıra Avrupa'nın en popüler peynirleri olan Emmental, Gouda, Feta ve Ceddar gibi peynir çeşitleri peynir mayası ya da rennet ile pıhtılaştırılan peynirler grubunda, Cottage ve Quark gibi peynirler ise asitle pıhtılaştırılan peynirler grubunda yer almaktadır.

Peynirin Akdeniz kıyılarında Mezopotamya'ya ve oradan da Güney-Batı Asya'ya kadar yayılmasının kesin bir tarihi kanıtı olmamakla birlikte bazı hayvan türlerinin evcilleştirilmesi sonucu MÖ 8000-6000 yıllarına kadar dayandığı düşünülmektedir. Sütün ilk önceleri tesadüfen sonrasında ise yayılan bilgi ve inanışlar ile ekşitilmesiyle peynire dönüştürülmesi ilk Avrasya'da olmasına rağmen, ilk ticari peynir çeşitlerinin Avrupa'da üretilmeye başlandığı bilinmektedir. Peynirin ilk çeşitlilik kazandığı dönem ise Roma İmparatorluğu dönemi olarak bilinmektedir. Romalıların birçok peynir çeşidini ürettikleri, peynirleri çeşitli baharat ve kokulu otlarla aromatize ettikleri ve bazılarını tutsüledikleri belirtilmektedir. Peynirin Amerika kıtasında tanınması ise, 17. yüzyıl başlarında Avrupa'dan göç eden göçmenler aracılığı ile olmuştur. Göçmenler ilk önceleri Atlantik kıyılarına yerleştiklerinde, peynir bu bölgeye has bir gıda olarak kalmıştır. Ancak 19. yüzyılın ilk yarısında İsviçre'de ortaya çıkan ekonomik kriz sonucu İsviçre'den Amerika Birleşik Devleti (ABD)'nin Wisconsin eyaletine doğru oluşan göç hareketi sonucu peynir Amerika kıtasının iç kısımlarına da yayılmış olup sanayi boyutunda üretim yapan ilk peynir fabrikası, 1851 yılında ABD'de kurulmuştur. Avrupa'da ise ilk peynir fabrikası İngiltere'de 1899'da açılmıştır. Peynir üretiminde mekanizasyona geçilmesi ise ancak 1930'larda mümkün olmuştur. Mikroorganizmaların peynirlerdeki etkisinin anlaşılması ile endüstriyel peynir üretimi daha sonraları önemli bir ivme kazanmıştır (Anonim, 2020c).

Dünyada üretilen sütün %30'dan fazlasının peynire işlendiği düşünüldüğünde peynirin küresel bir gıda olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Dünya peynir üretimi, yeni pazarların ortaya çıkışı, fonksiyonel gıdaların gelişimi ve hızlı nüfus artışı gibi sebeplerden dolayı genel olarak artış göstermektedir. Rakamlara bakılacak olursa 2000 yılında ülkemizdeki peynir üretimi 250.000 ton/yıl iken 2021 yılında bu miktar 615.000 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu üretim miktarı ile Türkiye dünya peynir üretiminde 9. sırada yer almaktadır (Anonim, 2020a; Anonim, 2020b).

Türkiye’de süt ve süt ürünlerinin kişi başına düşen yıllık tüketiminde süt ve yoğurttan sonra peynir çeşitleri üçüncü sırada gelmektedir. Ulusal Süt Konseyi’nin hazırlamış olduğu son rapora göre 2022 yılının ilk 3 aylık döneminde ülkemizde 175.000 ton inek peyniri üretimi gerçekleştirilmiş olup 2021’e kıyasla %6,02 azalma göstermiştir (Anonim, 2022b).

Günümüzde dünyada üretimi yapılan 4000’den fazla peynir çeşidi olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim bu peynirlerin büyük bir çoğunluğunun birbirine yakın çeşitler olması nedeniyle temelde daha az peynir olduğu anlaşılmaktadır (Fox & Kelly, 2004; Ferrão vd., 2019). Bu peynirlerden bazıları uluslararası ticarete payını alırken, bir kısmı da yöresel olarak üretilip tüketilmektedir. Türkiye’de 50’den fazla peynir çeşidi üretilip bunların ticareti yapılmaktadır. Ancak ülkemizde yöresel peynirlere artan ilgi bu sayının katlanarak artabileceğini düşündürmektedir. Ülkemizde üretim miktarları yönünden önem taşıyan ve endüstriyel olarak üretilip ticareti yapılan peynir çeşitleri arasında kaşar, tulum, dil, mihaliç, civil, otlu, beyaz ve çerkez peynirleri sayılabilir (Hayaloğlu vd., 2002; Kamber & Şireli, 2007; Doğru & Ayaz, 2009). Çetinkaya (2005) yaptığı çalışmada ülkemiz peynirlerini coğrafi bölgelere göre gruplandırmış ve toplam 193 peynir çeşidinden bahsetmiştir. Bu peynirlerin çoğunun üretim yöntemi bakımından birbiriyle benzer olduğu saptanmıştır.

Kaşar peyniri, telemesi haşlanan ve yoğurularak şekil verilen, yapısında göz/gözenek bulunmayan peynirlerin tipik bir örneği olup taze ve/veya olgunlaştırılmış olarak tüketilebilmektedir. Duyusal ve tekstürel açıdan en fazla tercih edilen geleneksel kaşar peynirleri koyun sütünden üretilmekle birlikte günümüzde inek sütü, koyun ve/veya keçi sütü karıştırılarak pastörize süttten ve starter kültür kullanılarak, ya da çiğ sütlerden starter kültür ilave edilmeksizin kaşar peyniri üretilmektedir (Üçüncü, 2004; Kamber, 2008; Işık vd., 2020). Genel olarak, kaşar peyniri üretiminde süt, peynir mayası (rennet) ile pıhtı oluşturacak şekilde mayalanmakta, sonrasında pıhtı kesilip, telemenin fermentasyonu sağlanmakta (pH 5,1-5,4) ve %4-8 NaCl içeren 65-80 °C’deki sıcak suda haşlama gerçekleştirildikten sonra şekil verilerek kalıplanmaktadır. Sonrasında peynirler 15-20 °C’de ön olgunlaştırmaya tabi tutulmakta ve 8-12 °C’de %70-75 bağıl nemde en az 3 ay olgunlaştırılmaktadır (Sert vd., 2007; Hayaloğlu, 2009a; Aydemir, 2010; Çelik vd., 2018).

Sağlıklı beslenmeye yönelik yaşam tarzı ile birlikte, son yıllarda fonksiyonel süt ürünlerine artan talep, süt endüstrisinin dünyada ciddi anlamda büyümesine yol açmıştır. Süt endüstrisi, çiğ sütü, yoğurt, pastörize ve sterilize süt, koyulaştırılmış süt, dondurma, tereyağı, peynir ve süt tozu gibi ürünlere dönüştüren farklı prosesleri içermektedir. Bununla birlikte, sütün işlenmesinde ortaya çıkan ve besleyici değeri yüksek spesifik yan ürünler olan yayık altı suyu ve peynir altı suyu da bu fonksiyonel pazarda yer almaya başlamıştır. Yağ, kazein, laktoz ve inorganik tuzlar gibi yüksek besin bileşenleri ile her yıl çevreye salınan sütçülük atıkları, dünya çapında çevre kirliliği ve biyolojik çeşitlilik için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Bu atıklar, yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)'ni verilen sınırlardan çok daha fazla içermektedir. Bu anlamda süt sanayi atıklarının arındırılması ya da kullanılması biyolojik çeşitlilik ve çevrenin korunması adına önem taşımaktadır (Spitsberg, 2005; Contarini & Povolo, 2013). Bununla birlikte bileşimi gereği yüksek biyolojik değerli süt endüstrisi atıklarının teknolojik anlamda değerlendirilmesi biyoteknolojik uygulamalarda sayısız avantajlar sağlamaktadır. Bu yan ürünlerin fonksiyonel gıda, farmasötik ürünler ve plastik endüstrisi için değerlendirilme potansiyeli oldukça yüksektir ve bu yaklaşım insan faaliyetlerinden kaynaklanan zararı ve çevre kirliliğini azaltmak için oldukça yararlı bir strateji olarak düşünülebilir (Ahmad vd., 2019; Avcı & Özcan, 2020; Özcan & Harputlugil, 2021).

Yayık altı suyu, süt endüstrisinde tereyağı üretimi sırasında kremanın yayıklanması sırasında ortaya çıkan bir yan ürün olup yüksek besin değeri ve emülsifiye etme kapasitesi ile gıda sistemlerinde fonksiyonel karışımların duysal ve teknolojik özellikleri üzerine olumlu etkisi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Vanderghem vd., 2010; Avcı & Özcan, 2020). Tereyağının yayıklanması sırasında ortaya çıkan yüksek biyolojik değerli bileşenler üzerinde yapılan çalışmalar, son yıllarda yayık altı suyu ve yayık altı suyu bazlı fonksiyonel ürünlere olan bilimsel ilginin ciddi anlamda artmasına neden olmaktadır (Jiménez-Flores vd., 2008; Özcan & Demiray-Teymuroglu, 2020).

Yayık altı suyu, laktoz, süt proteini, mineraller ve biyoaktif peptitler gibi kremanın suda çözünür tüm bileşenlerinin yanı sıra, yayıklama sırasında parçalanan ve çoğunluğu yayık altı suyu fraksiyonuna geçen süt yağı globül membranını (SYGM) içermektedir.

Bu biyoterapötik membran yapı, süt yağına stabilite ve bütünlük sağlarken yağ moleküllerini sıvı fazın olumsuz etkilerinden de korumaktadır (Danthine, 2000). SYGM, süt kremasının yayıklanması sırasında süt yağ globüllerinin destabilizasyonu sonucu sıvı fazda serbest kalmaktadır. Son yıllardaki bilimsel ve tıbbi çalışmalarda yayık altı suyunun sindirim ve bağışıklık sistemini iyileştirme, anti-kanserojen aktivite ve serum kolesterolünde azalma gibi ile nutrasötik ve prebiyotik etki gibi özellikleri açıklanmaktadır. Bu özellikleri ile yayık altı suyu süt endüstrisinde, dondurma, yoğurt, rekombine süt ve özellikle az yağlı peynirlerin formülasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Gille vd., 2011; Ozcan & Demiray-Teymuroğlu, 2020).

Yağsız süt ve peynir altı suyu gibi yayıkaltı suyu da laktoz, mineral maddeler, kazein ve serum proteinlerini içermektedir. Yayık altı suyunun temel bileşeni olan SYGM, kompleks yapısı içeriğindeki spesifik proteinler ve polar lipitler, sağlıkla ilgili olumlu etkileri ile yayık altı suyunu günümüzün keşfedilmesi öncelikli potansiyel nutrasötik gıdalarından biri haline getirmektedir (Spitsberg, 2005; Dewettinck vd., 2008). Bu özellikleri ile yayık altı suyunun yakın bir gelecekte gıda ve gıda dışındaki sektörler için besleyici, emülsifiye ve stabilize edici ve ayrıca takviye edici özellikleri ile üretimde geniş kapsamlı yeni değerlendirme alanlarının merkezi olacağını tahmin etmek zor değildir. SYGM'den yayıklama sonucu serbest kalan biyoaktif bileşenler, yayık altı suyunu fonksiyonel değeri yüksek bir yan ürün haline getirmektedir (Fauquant vd., 2007).

Kazein ve peynir altı suyu proteinleri gibi karakteristik süt bileşenleri yayıkaltı suyunun yapısında bulunmakla birlikte diğer süt ürünleriyle kıyaslandığında yayık altı suyuna önemli özellik kazandıran bileşen yüksek miktarda içerdiği SYGM' dir. Yayıklama sonucunda bu membran yapı tamamen parçalanarak içeriğindeki fosfolipidler ve membran proteinleri serbest kalmakta ve yayık altı suyuna geçmektedir. Bu bileşenler insan sağlığı için;

-Anti-bakteriyel özellik

-Anti-kanserojen etki

-Kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu

-Multiple skleroz (MS) önleyici etkileriyle eczacılık ve tıp gibi gıda dışı sektörlerin de

ilgisini çekmektedir (Conway vd., 2014a; Cichosz vd., 2017).

Yayık altı suyunun protein içeriği yağsız sütün protein içeriğiyle eşdeğer kabul edilmektedir. Bu proteinlerin %77-81'ini kazein oluşturmakta iken peynir altı suyu proteinleri ise yaklaşık %20 oranında bulunmaktadır (Conway vd., 2014b).

Süt yağı, ekonomik yönüyle süt ve süt ürünlerinde büyük önem taşımaktadır. Süt yağı enerji verme özelliğinin yanı sıra, süt ürünlerinin tekstür, lezzet ve renginin oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle peynirin içerdiği süt yağı beslenme, peynirin teknolojik ve duyuşal karakteristikleri üzerinde önemli etki göstermektedir (Chen vd., 2010; Feeney vd., 2021).

Peynirde süt yağı, fonksiyonel özellikler ve olgunlaşma açısından önemli rol oynamaktadır. Süt yağı, tam yağlı peynirde toplam kurumaddenin yaklaşık yarısını oluşturduğu için, peynir randımanını artırmaktadır. Yağ içeriğinin azaltılması, peynirin duyuşal ve fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilere neden olması, düşük peynir randımanı ve yavaş olgunlaşma gibi nedenlerden dolayı ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir. Yağsız ya da yağı azaltılmış peynirlerde en çok görülen kusurlar, peynir sertliğinin artması, kauçuk benzeri dokunun oluşması, yavan, acı ve yabancı lezzetin algılanması ve istenmeyen renk kusurlarının gelişimidir (Fenelon & Guinee, 2000; Mistry, 2001). Peynirde yağın azaltılması ile oluşan kusurların önlenmesi için; üretim prosesinde değişiklik yapılması, gerekli teknolojik işlemlerin üretim sürecine dahil edilmesi, uygun starter kültür seçimi, yardımcı kültürler, enzim ilavesi, yapı düzenleyici ve yağ ikame maddelerinin kullanımı önerilmektedir (Mistry, 2001; Sahan vd., 2008; Aydinol & Ozcan, 2018).

Yağı azaltılmış ya da az yağlı gıda terimi; "Referans alınan yağ oranına kıyasla daha düşük yağ içeriğine sahip olan gıdaları" ifade etmektedir (Anonim, 2022a). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde; orijinal gıda veya benzeri ürüne kıyasla enerji değeri en az %25 oranında azaltılmış gıdalar, 'enerjisi azaltılmış gıda' olarak adlandırılmaktadır. Gıdanın porsiyonunda 0,5 g' dan az yağ içermesi durumunda "yağsız (fat-free)" terimi, porsiyonunda 3 g ya da daha az yağ içermesi durumunda "az yağlı (low-fat)" terimi, içerdiği yağ miktarının %25 oranında azaltılması durumunda ise "yağı azaltılmış

(reduced-fat)" terimi kullanılmaktadır (Childs & Drake, 2009). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'ne göre (2017), 100 gr katı gıdadaki yağ miktarının 3 gr'dan (sıvı gıdalar için 1,5 gr'dan) fazla olmadığı gıdalar "az (düşük) yağlı", 100 gr katı gıdadaki yağ miktarının 0,5 gr'dan fazla olmadığı gıdalar ise "yağsız" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2017a).

Peynirlerde eriyebilirlik önemli kalite kriterlerinden birisidir. Haşlama işlemi uygulanan peynirlerde yağ içeriğinin azaltılması, peynirin daha sert ve kauçuk benzeri doku ve daha zayıf erime ve uzama özelliği göstermesine neden olmaktadır. Az yağlı peynirlerde optimum eriyebilirlik düzeyi, peynirde su oranının artırılması ile sağlanabilmektedir. Çünkü suyun artması ile peynirde protein konsantrasyonu azalmakta ve dolayısıyla proteinler arasındaki interaksiyon zayıflamaktadır (Mohamed, 2015; Aydinol & Ozcan, 2018).

Son yıllarda protein bazlı suda çözünebilen yağ taklitleri (fat mimetics), yağın su içerisinde emülsiyon halinde bulunduğu ürünlerde yağın azaltılması veya ortadan kaldırılmasına imkân vermektedirler. Protein kaynaklı yağ taklitleri aynı zamanda lezzet bileşenlerini bağlayarak lezzet profilini de değiştirmektedir (Aydinol & Ozcan, 2017; Patel vd., 2020).

Günümüzde ekonomik ya da tüketici beklentilerinden dolayı kaşar peyniri olgunlaştırılmış ya da taze olarak üretilmektedir. Ürünün muhafaza süre ve şartlarının maliyetli ve uzun oluşu, kısa sürede parayı nakide dönüştürme isteği ve randıman kayıplarının azlığı taze kaşar peynirlerinin üretimini arttırırken daha yavan lezzette ve daha düşük aromatik özelliğe sahip peynirlerler tüketiciye sunulmaktadır. Uzun olgunlaşma sürecine gerek duyulmaması, pide, pizza, büfe-tost yapımında kullanılması ve daha düşük maliyetle üretilebilmesi nedeniyle taze ve az yağlı kaşar peynirlerinin üretimi ülkemizde de giderek artmaya başlamıştır (Yaşar, 2007). Bu nedenle yağı azaltılmış peynir üretiminde rastlanan yapısal kusurları gidermek için üretimde bazı yağ ikame maddeleri ve yardımcı yapı düzenleyecilerin kullanımının araştırıldığı çalışmaların sayısı artmaktadır (Mohamed, 2015; Aydinol & Ozcan, 2018).

Bu çalışmada düşük yağ oranına sahip kaşar peyniri üretimi gerçekleştirilmektedir. Yağ oranının azaltılması ile peynirde oluşabilecek tekstür, lezzet ve renk gibi yapısal ve duyuşal özelliklerin değişimi düşünüldüğünde kaşar peynirinin tekstürel ve erime özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yağ ikame maddesi olarak yayık altı suyu tozu kullanılmaktadır. Yayık altı suyu ve ürünlerinin peynirde kullanımı ile ilgili ülkemizde yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak The Codex Alimentarius Commission'a göre süt ve ürünlerinden elde edilen ürünlerin peynirlerde kullanılabileceği belirtilmiştir (Alimentarius, 2003).

Günümüzde artan gıda üretim arzı ile birlikte, zaman içinde çevre kirliliğinin de artması, ekolojik dengenin bozulması, hızla artan dünya nüfusu, su rezervleri ve doğal hammadde miktarının sınırlandırılması gibi faktörler, atık yönetimi ve biyolojik güvenliğin sağlanması ile ilgili biyoteknolojik çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bu çalışmada, süt endüstrisi yan ürünlerinden olan yayık altı suyunun bileşimini belirlemek, kaşar peyniri üretiminde değerlendirme potansiyelini incelemek ve bunun sonucunda da çeşitli gıda atıklarından fonksiyonel yeni ürünler geliştirmek ve ayrıca atıkların yol açtığı biyolojik kirliliği azaltmak amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada genel olarak amaçlanan hedefler kısaca şu şekilde özetlenebilir:

1. Yayık altı suyu ve bu sudan üretilen yayık altı suyu tozunun fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel bileşimini belirlemek (pH, titrasyon asitliği, toplam kurumadde, kül, protein, yağ, laktoz ve renk (L^* , a^* , b^* değerleri))
2. Fonksiyonel katkı ve yağ ikame maddesi olarak yayık altı suyu tozunun kaşar peyniri üretiminde optimize edilen %2,5; %5 ve %7,5 oranlarında kullanılarak yayık altı suyunun teknolojik ve fonksiyonel etkileri ile yağ oranı azaltılmış kaşar peynirinin üretim teknolojisini geliştirmek,
3. Yayık altı suyu tozu ile üretilen kaşar peynirlerinde fiziksel ve biyokimyasal analizler ile (pH, titrasyon asitliği, toplam kurumadde, yağ, kül, tuz, protein ve renk (L^* , a^* , b^* değerleri)) ürünün özelliklerini ve bileşimini belirlemek,

4. Yayık altı suyu tozu katkılı kaşar peynirlerinde olgunlaşmayla şekillenen azot değişimi, olgunlaşma katsayısı ve aminoasit kompozisyonunu belirleyerek proteoliz düzeyini araştırmak,
5. Yayık altı suyu tozu katkılı kaşar peynirlerinde olgunlaşmaya bağlı olarak yağ asidi kompozisyonunun değişimi ve lipoliz düzeyini araştırmak,
6. Üretilen kaşar peyniri örneklerine ait tekstürel özelliklerin belirlenmesi ile peynir matriksinde olgunlaşma boyunca tekstürel değişim, mikroyapısal modifikasyon ve eriyebilirlik özelliklerini incelemek,
7. Eğitimli bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyuusal değerlendirme ile kaşar peyniri çeşitlerinin tüketici beğenisini ve ürüne özgü tanımlanmış duyuusal niteliklerini (QDA) ortaya koymak,
8. Peynire yüksek besin değerine sahip süt proteinlerinin ve yayık altı suyu fosfolipitlerinin ilavesi ile tekstürel özellikleri geliştirme, jel oluşumunu güçlendirme, pıhtı sıkılığını sağlama, emülsiyon oluşturma ve protein yönünden zenginleştirme gibi fonksiyonel özellikler kazandırmak ve bunu yukarıda açıklanan biyokimyasal testlerle izlemek,
9. Beslenmede önemli bir yer teşkil eden peynirin, sağlık açısından daha tercih edilen bir noktaya gelmesi için uygulanan çalışma ile öncelikle yağını azaltarak enerjisini düşürmek, sonrasında ise yağı azaltılan peynirlerin fonksiyonel, teknolojik ve duyuusal özelliklerini yayık altı suyu bileşenleri ile geliştirmek,
10. Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu kontrol örnekleri ile farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş ve farklı yağ içeriğine sahip kaşar peynirleri arasında oluşan değişimleri belirlemek ve yayık altı suyu tozunun yağı azaltılmış ürünlerde uygulanabilirliğini tartışmaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Süt Ürünlerinde Yağ Oranının Azaltılması

Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda daha bilinçli hale gelmeleri ve aldıkları günlük kaloriye daha çok dikkat etmeleri nedeni ile tüm dünyada yağı azaltılmış ve kalorisi düşürülmüş gıdalara talep artmaktadır. Nitekim sağlık otoriteleri günlük olarak yağdan alınan kalorinin %30'dan az olması gerektiğini önermektedirler (Koca, 2002; Feeney vd., 2021). Yağı azaltılmış ürünlere olan bu talep pazardaki arz-talep dengesini de etkilemekte, yağı azaltılmış ve az yağlı peynir üretimi önem kazanmaya başlamaktadır. Az yağlı ya da yağı azaltılmış peynir terimi referans alınan yağ oranına kıyasla daha düşük yağ içeriğine sahip olan peynirleri ifade etmektedir. Amerikan Gıda ve ilaç Dairesi düşük yağlı gıdalar için belirli tanımlar geliştirilmiştir. Buna göre bir ürünün:

- Porsiyonunda 0.5 gramdan az yağ içermesi durumunda “yağsız” (fat-free) terimi;
- Porsiyonunda 3 gr ya da daha az yağ içermesi durumunda “az yağlı” (low-fat) terimi;
- İçerdiği yağ miktarının %25 oranında azaltılması durumunda “yağı azaltılmış” (reduced fat) terimi;
- Toplam kalorinin yarısı yağdan geliyorsa yağ içeriğinin en az %50 oranında azaltılması durumunda “hafif” (light) terimi;
- Toplam kalorinin %50'sinden azı yağdan geliyorsa yağ içeriğinin %50 veya kalori değerinin 1/3 oranında azaltılması durumunda aynı şekilde “hafif” (light) terimi kullanılmaktadır (Anonim, 2022a).

Peynir besin değeri açısından önemlidir ve yüksek biyolojik değerli proteinler ile lipitler, vitaminler (A, B₂ ve B₁₂ vitamini) ve mineral maddelerin (özellikle kalsiyum ve fosfor) temel kaynağıdır. Olgunlaştırılmış peynirler, makro ve mikro besinlere ek olarak, sağlık yararları bulunan biyoaktif bileşenler (biyoaktif peptitler gibi) içerirken peynir matriksinde bulunan faydalı bakteriler ile de kısa zincirli yağ asitleri oluşturarak insan bağırsak sağlığını geliştiren potansiyel etkiyi ortaya çıkarmaktadırlar (Santiago-Lopez vd ., 2018). Bununla birlikte, peynir kalp ve damar hastalıkları ile bağlantı olarak

LDL kolesterol seviyelerinin artmasına neden olabilen doymuş yağ asitlerinin (SFA) de doğal bir kaynağıdır. Günümüzde diyet uygulamaları, günlük doymuş yağ (SFA) alımının mümkün olduğunca düşük olmasını (EFSA, 2010) ve toplam enerji alımının %10'unu geçmemesini (USDA, 2015) tavsiye etmektedir. Teknolojik olarak ve kronik hastalık riskini azaltmak için peynir üretiminde yağ oranı azaltılmaktadır. Süt yağı peynire karakteristik özellikler kazandırmaktadır. Peynir üretiminde yağ miktarının azaltılması, peynirde istenmeyen duyu ve fiziksel özelliklere neden olmaktadır. Yağı azaltılmış peynirlerde çoğunlukla sert ve kauçuksu doku, yavan lezzet, acılık ve istenmeyen renk oluşumu ortaya çıkabilmektedir. Peynirde yağın azaltılması ile oluşan bu kusurların önlenmesi için, yardımcı ve ekzopolisakkarit (EPS) oluşturan starter kültürlerin seçimi ve yağ ikame maddelerinin kullanımı önerilmektedir (Broadbent vd., 2001; Aydinol & Ozcan, 2018).

Süte pıhtılaştırıcı enzim ilavesi sonucu kazein miselleri stabilitelerini yitirdiğinde protein molekülleri hidrofobik etkileşimler ve iyonik çevredeki değişimlerin etkisi ile birleşmeye başlamaktadır. Proteinlerin birleşmesi sonucu ortaya çıkan ağ yapısı sıkılaştığında pıhtının peynir suyundan ayrılması gerçekleşmektedir. Süt yağı globüllerini çevreleyen membran, protein matriksine hidrofilik bir yüzey sağlamak ve proteinlerin tamamen birleşmesini önleyen bir dolgu maddesi olarak görev yapmaktadır. Bu durum pıhtı matriksi içerisinde yağ globülleri ile birlikte dağılım gösteren serum havuzlarının oluşumuna neden olmaktadır (Broadbent vd., 2001). Diğer bir ifadeyle peynir aslında içerisinde yağ globüllerini barındıran, viskoelastik karaktere sahip, açık ağ şeklinde bir kazein matriksi olarak tanımlanmaktadır. Bu matriks içinde su hem proteine bağlanmakta hem de kazein matriksi ile yağ arasındaki boşlukları doldurmaktadır. Peynirde yağ içeriğinin azaltılması söz konusu serum havuzlarının sayısının azalmasına, peynir suyunun daha kolay ayrılmasına, dolayısıyla proteinin daha baskın rol oynadığı bir matriksin oluşmasına neden olmaktadır (Mistry, 2001; Özdemir & Özcan 2019).

Peynirin yağ içeriği azalırken protein ve su oranında ise bir artış meydana gelmektedir. Ancak su içeriği ile yağ oranı eşit şekilde yer değiştirmemektedir. Dolayısıyla protein içerisinde dolgu maddesi olarak görev yapan yağ ve su miktarı toplamı azalırken protein

miktarı artmaktadır (Koca, 2002; Anvari & Joyner, 2019). Bununla birlikte kimyasal bileşim değişimlerine bağlı olarak yağsız peynir kitlesinde su, suda tuz oranları (Fenelon & Guinee, 1999; Koca & Metin, 2004) ve kimozen aktivitesi / protein oranı ile raf ömrü azalmaktadır (Fenelon & Guinee, 2000). Bu etkenler de starter kültür aktivitesini, proteoliz ve peptidoliz düzeylerini etkilemektedir. Konu ile ilgili çalışmalarda az yağlı peynirlerde starter ve starter olmayan bakteri sayısının daha düşük olduğu bulunmuştur (Fenelon & Guinee 2000).

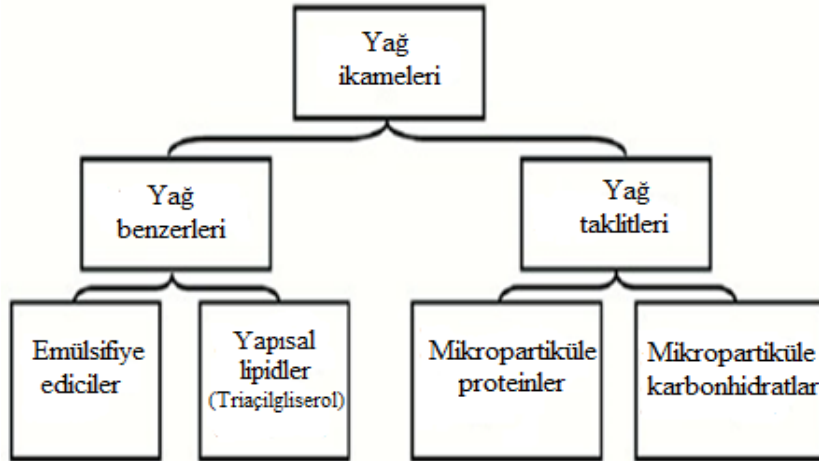
Az yağlı peynirlerde yağın fonksiyonel ve duyuşal özelliklerini ikame etmek amacıyla çeşitli katkı maddelerinin kullanımı ile ilgili çalışmalar artış göstermektedir (Miocinovic vd., 2011; Salvatore vd., 2014; Karimi vd., 2015, Aydinol & Ozcan, 2018; Schädle vd., 2020; Yashini vd., 2021). Yağ ikamelerinin düşük yağlı kaşar peynirlerinin kimyasal bileşimi, proteoliz düzeyi, tekstür profili, eriyebilirlik ve duyuşal özellikler üzerine etkisi Koca & Metin (2004) ve Sahan vd. (2008) tarafından araştırılmıştır.

Yağı azaltılmış ve az yağlı ürünlerde yağın sağladığı özellikleri ikame etmeleri nedeniyle bu maddelere “yağ ikame maddeleri” (fat replacers) denilmektedir. Bu maddeler gıdalarda kalori değerinin azalmasını sağlamak amacıyla yağ yerine kullanılan katkı maddeleridir (Fox vd., 2000). Yağ ikame maddeleri iki grup altında incelenmektedir: i) yağ kaynaklı olan “yağ benzeri maddeler (fat substitute)”; ii) karbonhidrat ve protein kaynaklı olan “yağ taklidi maddeler (fat-mimetic)”. Ayrıca yağ benzeri maddeler ile yağ taklidi maddelerin kombine kullanımı da söz konusu olabilmektedir (Ozcan vd., 2018; Yashini vd., 2021).

Yağ taklidi maddeler doğal bileşen, diyet lifi ve prebiyotik özellikleri ile gıda maddeleri tasarımında ve üretiminde kabul edilebilirlikleri yüksek olan maddelerdir. Yağ benzeri maddelerin ise çoğunluğu sentetik bileşenler olup kullanımlarının onaylanması bir süreç gerektirmektedir (Khalifa, 2017). Az yağlı peynir üretiminde kullanılacak bir yağ ikamesinin seçiminde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Bunlar; mikropartikülasyon seviyesi, mikropartikül boyutu, yağ ikame maddesinin kazeinle etkileşimi, kullanılan yağ ikame maddesinin miktarı, peynir pıhtısında kazein matriksi ile serum arasında yağ ikame maddesinin dağılımı ve peynir suyu ile pıhtı arasında yağ ikame maddesinin dağılımı olarak gruplanabilmektedir. Ayrıca yağ ikame maddesi pıhtı oluşumunu

olumsuz etkilememeli, asit üretimini değiştirmemeli, tadı nötr olmalı ve peynir suyu ile kaybı en az seviyede olmalıdır (Aydinol & Ozcan, 2018).

Günümüzde suda       r özellikte karbonhidrat ve protein içerikli yağ taklidi maddelerin kullanımı az yağlı peynirlerin üretiminde daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu maddeler polar karakterde olmaları nedeniyle peynirin randımanını ve su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Bu  zellik ağızda sürtünmeyi azaltarak peynire yağın sağladığı kayganlık ve yağlılık hissini vermektedir. Ayrıca lezzet bileşenlerini bağlayarak yağların apolar özelliklerini taşımamaktadırlar. Yağ benzeri maddeler ise yağ gibi apolar karaktere sahip olduğundan lezzet bileşenlerini absorbe etmektedirler (Aydinol & Ozcan, 2018). Yağ ikame maddelerinin peynirin mikroyapısına, su içeriğine ve peynirin fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi ile peynirde yerleşim ve morfolojileri birbirinden oldukça farklıdır. Bazı yağ ikame maddeleri partikülleri protein liflerinden daha büyüktür. Bu nedenle peynir matriksindeki gözeneklere penetre olamamakta, bunun yerine peynirde büyük serum kanalları oluşturmaktadır (Aydinol & Ozcan, 2018). şekil 2.1.'de yağ ikamelerinin sınıflandırılması görülmektedir (Owusu-Apenten, 2005).



şekil 2.1. Yağ ikamelerinin sınıflandırılması

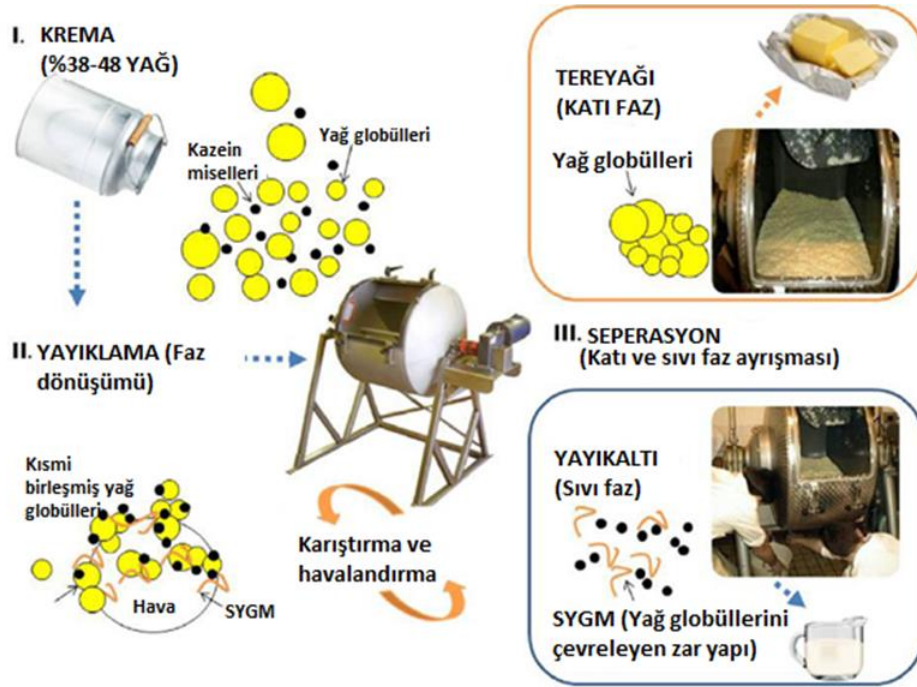
2.2. Süt Yağı Globül Membranı'nın Fonksiyonel ve Teknolojik Özellikleri

Tüketicilerin hayat beklentilerindeki değişmeler ve sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan fonksiyonel bileşenlere olan ilgiyi giderek arttırmaktadır. Özellikle son yıllarda süt yağı ve tereyağı üretiminden ayrılan yayık altı suyunun değerlendirmesi ve fonksiyonel etkisinin ürünlere kattığı özellik ile yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesi açısından araştırmalar artmaya başlamıştır (Morin vd., 2008; Vanderghem vd., 2010; Conway vd. 2014b; Demiray-Teymuroğlu & Özcan, 2022).

Süt yağının daha dayanıklı bir ürüne dönüştürülerek tüketime sunulmasının tarihi eski yıllara kadar dayanmaktadır. M.Ö. 8000 tarihlerinde Doğu Anadolu'da yaşamış Urartu kayıtlarında tereyağına ait bilgilere rastlanmaktadır. Daha sonraki yıllarda 19 yy.'ın ortalarına doğru süte derin kaplarda kaymak bağlatma usulünün uygulanmaya başlanmasıyla tereyağı daha geliştirilmiş şekilde üretilmeye başlanmıştır. İlk orijinal yayıkların tahta malzemelerden yapıldığı belirtilmektedir. Ancak bilim ve teknolojiye hızlı ilerlemelerin bir sonucu olarak bu ürünün üretiminde yeni teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Böylece geleneksel kalıpların dışına çıkılarak, daha hızlı ve standart üretimler gelişmeye başlamıştır (Metin, 2001).

Ülkemizde 2021 yılında sanayi tarafından 76 bin ton tereyağı üretimi gerçekleştirilmiştir. (Anonim, 2022b). Süt endüstrisinden ortaya çıkan yayık altı suyu miktarı ise neredeyse üretilen toplam tereyağı miktarına yakın kabul edilmektedir (FAO, 2020). Süt ve süt ürünlerini üreten işletmelerde kaliteli ve standart tereyağı ve yan ürünlerinin üretimini gerçekleştirmek, gerek tüketici sağlığını korumak, gerekse tuzuk ve standartlara uygunluğu sağlamak açısından oldukça önemlidir. Bugün dünyada yayık altı suyunun taze olarak tüketimi yaygın değildir. Bunun yerine genelde hayvan yemlerinin bileşiminde ya da gıda sektörünün çeşitli dallarında emülsifikasyon özelliği ile değerlendirilmektedir. Günümüzde tereyağı üretimi, yayıklama teknolojisine göre i) kesikli ve ii) sürekli sistem olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Kesikli sistemde krema birbirini takip eden aşamalarda işlenmektedir. Böylece konik ya da fiçi şekilli yayıklardaki dönme ve çalkalama etkisi ile yağ fazı (tereyağı) ve sıvı faz (yayık altı suyu) ayrılmış olmaktadır. Kesikli

yöntemde, dönme hızının ayarlanabildiği silindirik, konik, dört yüzlü veya kübik şekilli yayıklar kullanılmaktadır. Yayıkların tasarımları, şekilleri, boyutları, dönme hızı ile de bağlantılı olarak tereyağının özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Yayıklama sürecinde tereyağı granülleri köpük yapısında toplanarak ayrılmakta, sonraki aşamada tereyağı granülleri ve yayık altı suyu birbirlerinden tamamen ayrılmaktadır (Augustin & Versteg, 2006; Avcı & Özcan, 2020). Şekil 2.2.'de yayık altı suyu ve tereyağı üretimi açıklanmaktadır.



Şekil 2.2. Tereyağı üretiminde kullanılan farklı işlem basamaklarının, süt matriksi üzerindeki etkileri ile şematik gösterimi. (I) Krema faz dönüşümü için yayıklanır, (II) Süt yağı globül membranı (SYGM) parçalanarak ayrılır, (III) Yayıklamadan çıkan sıvı (tatlı yayık altı) uzaklaştırılır ve tereyağı taneleri yeniden işlenir.

Sürekli yöntemde ise, kremanın tereyağına dönüştürülmesi tam otomatik bir üretim hattı ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem de dört gruba ayrılmaktadır: i) Fritz, ii) Alpha, iii) Cherry-Burrel ve iv) Creamery-Package. Bu sistemin önemli üstünlükleri daha iyi hijyen, kalite kontrol ve süreç verimliliğidir. Son yıllarda Fritz metodu birçok ülkede uygulanan öncelikli sürekli tereyağı üretim teknolojisi haline gelmiştir. Burada

proses kremanın yayıklanması ile başlamakta ve 5-7 °C’ de şiddetli çalkalama ile kremadaki yağ globülleri yağ granüllerine dönüştürülmektedir. Bu metod, kesikli yöntemle kıyasla kremada iki kat fazla yağ konsantrasyonu ile sonuçlanmaktadır (Corredig vd., 2003; Üçüncü, 2018; Avcı & Özcan, 2020).

Kültür ilavesi ve olgunlaştırma işleminden sonra krema yayığa gönderilmektedir. Yayıklamada belirli hızlarda çalışan silindirik, konik, kübik veya dört köşeli yayıklar kullanılmaktadır. Bazı yayıkların içinde yoğurma merdaneleri de bulunmaktadır. Tereyağı üretiminde yayıklama sırasında tereyağı (emülsiyon) ve yayık altı (sıvı faz) olarak iki faz oluşmaktadır. Bunlardan sıvı faz kremadaki suda çözünen bileşenlerin büyük bir kısmını içermektedir (Turcot vd., 2001). Tereyağı üretiminde yayıklama sonucu açığa çıkan yan ürün olan yayık altı suyunun besin bileşimi gıda, eczacılık ve tıp gibi sektörlerin ilgisini çekmekte olup yağsız sütle benzerlik göstermektedir (Çizelge 2.1.). Her 100 kg tereyağı üretiminden 166 L yayık altı suyu elde edilebilmektedir (Küçük, 2013; Madenci vd., 2013).

Çizelge 2.1. Yayık altı suyu ve yağsız sütün bileşimi (Gille, 2011).

Bileşen	Yayık altı suyu (100 gr⁻¹)	Yağsız süt (100 gr⁻¹)
Su	90,40 g	90,70 g
Protein	3,43 g	3,43 g
Yağ	0,51 g	0,07 g
Kolesterol	4,00 mg	3,00 mg
Karbonhidrat	4,01 g	4,80 g
Toplam Mineral	0,75 g	0,75 g
Vitamin B ₁₂	200 ng	300 ng
α-tokoferol	20 µg	iz
Folik asid	5 µg	5 µg

Tereyağı üretiminde yayıklamanın etkisiyle proteinler hava kabarcıklarıyla açılarak kararsız yapıda köpük yapılar meydana getirmektedir. Yayıklamadaki mekanik etkiyle bu köpük yapı destabilize olarak yağ globüllerinin kümelenmesine ve faz ayrılmasına sebep olmaktadır. Su ve çözünebilir bileşenler yayık altı suyunu oluştururken, açığa çıkan yayık altı suyu tereyağının daha sert bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Kremadaki proteinlerin büyük kısmı, mineraller, laktoz ve su ile birlikte SYGM (süt

yağı globül membranı bileşenleri) büyük ölçüde yayık altı suyu içeriğine geçmektedir. Tereyağı üretiminde bir yan ürün olarak elde edilen yayık altı suyu, emülsifiye ve stabilize edici özelliği ile çeşitli gıda matrikslerinin modifikasyonunda etkili olmaktadır (Szkolnicka vd., 2020).

Sıvı faz olan yayık altı suyu oksidasyona yatkın olduğundan evaporasyonla konsantre edildikten sonra sprey kurutucularda kurutularak raf ömrünün artması sağlanabilmektedir. Şekil 2.2.'de tatlı yayık altı suyu, ekşi yayık altı suyu, kültür ilave edilmiş yayık altı suyu ve yoğurt için proses akım şeması özetlenmiştir.

Tereyağı üretimi sonucunda ortaya çıkan yayık altı suyu doğrudan çevreye atıldığında içerdiği organik bileşikler, mikroorganizmalar tarafından besin kaynağı olarak kullanılmakta ve oksijen miktarı azalmaktadır. Bu organik maddeler çevre kirliliğine ve ekonomik kayıplara sebep olduğu gibi, atık maddelerin yüksek besin değerlerinden de yararlanılamamaktadır. Bu bağlamda yüksek değerli sütçülük atıklarının biyoteknolojik olarak değerlendirilmesi ve fonksiyonel yan ürünlere işlenmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Alvord, 2018; Özcan & Harputlugil, 2021).

Büyük işletmelerde tereyağı üretimi sonucu açığa çıkan yayık altı suyu genelde biyoenerji üretimi yapan firmalara satılırken küçük işletmelerde bu yan ürünün gereği gibi değerlendirilmediği ve kanalizasyona verildiği bilinmektedir. Çalışmalarda yayık altı suyunun bileşimindeki protein-fosfolipid interaksiyonları ile ilgili olarak insan vücuduna yararlı etki mekanizması halen tam olarak açıklanamamakla birlikte yayık altı suyu ya da tozu üzerine farklı sektörlerde pek çok çalışma halen devam etmektedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalarda genel olarak yayık altı suyunun değerlendirme şekilleri (Yıldırım & Güzeller, 2013), yayık altı suyunun bazı fırıncılık ürünleri üzerindeki etkileri (Demir vd., 2009), süt tozu, peynir altı suyu tozu ve yayık altı suyu karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri (Ersoy & Uysal, 2003) ve yayık altı suyunun bileşimi (Avcı & Özcan, 2020) gibi konulara değinilmiştir.

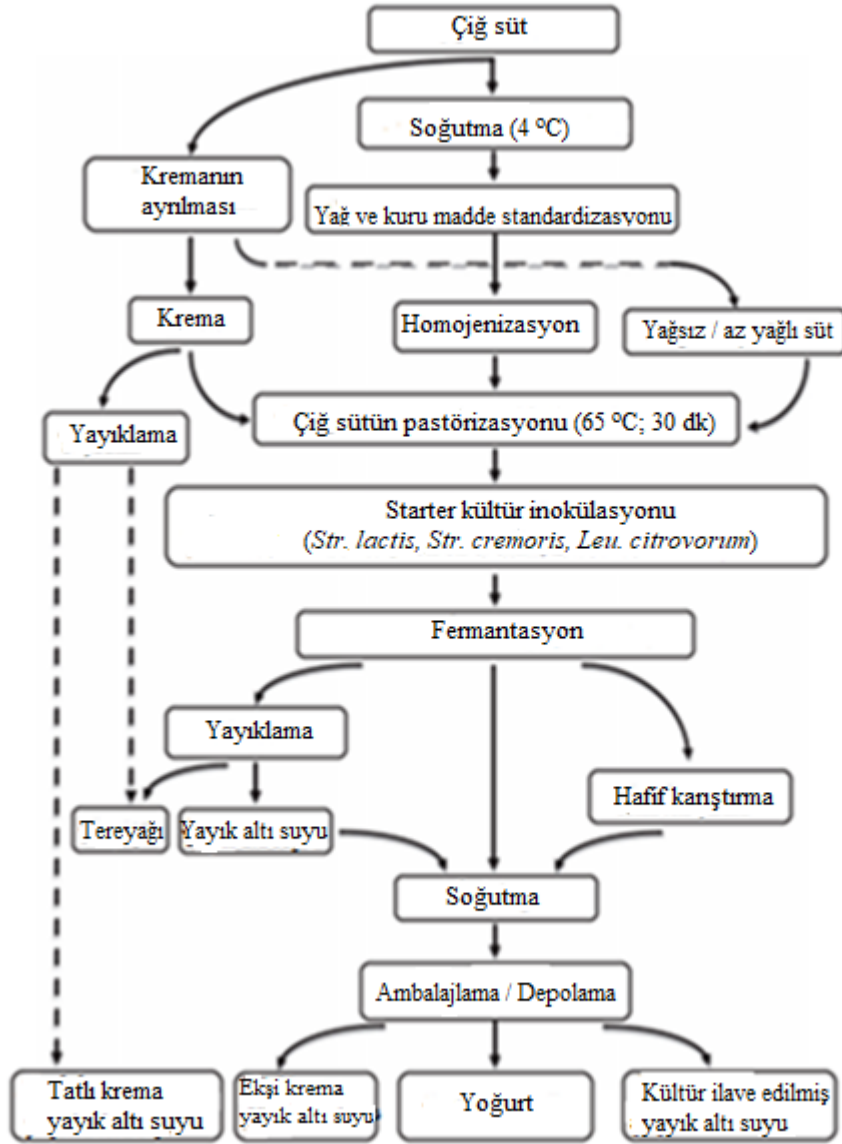
Yayık altı suyu, kremanın yayıklanması ya da destabilizasyonu ile ortaya çıkan ve İngilizcede “buttermilk” olarak adlandırılan sıvı olarak uzun yıllar süt endüstrisi için değersiz bir yan ürün olarak kabul edilmiştir (Morin vd., 2007). Bu yan ürünün

içeriğindeki insan sağlığına faydalı yüksek değerli bileşenler bu anlayışın günümüzde yavaşça değişmesine neden olmuştur. Yayık altı suyuna olan özel ilgi, yayıklama sırasında yağ globüllerinin parçalanmasıyla serbest kalarak yayık altına geçen süt yağı globül membranı (SYGM) ile ortaya çıkmıştır. Bu membran yapının ana fonksiyonu gerçekte süt yağı moleküllerinin biraraya gelmesini önlemek ve onları dış etkilerden korumaktır. Yayıklama sırasında serbest kalan membran son yıllarda beslenme ve gıda bilimcilerinin araştırmalarının konusu olmuş ve pek çok gıda araştırmacı bu membran yapıyı “fonksiyonel moleküller” olarak tanımlamıştır (Gille, 2011; Szkolnicka vd., 2020; Sakkas vd., 2022).

Fonksiyonel bileşenler arasında süt biyoaktif bileşikleri (biyoaktif peptitler, yağ asitleri, fosfolipitler vb.) büyük bir önem taşımaktadır ve bu gıdaları içeren ürünlerin çoğunluğunu fermente süt ürünleri oluşturmaktadır. Süt sektöründeki nutrasötik potansiyel, tereyağı üretiminde ortaya çıkan yayık altı suyunun besin bileşimi dikkate alındığında, bu yan ürünü fonksiyonel gıda üretimi için önemli bir kaynak haline getirmektedir. Yayık altı suyu kazein ve peyniraltı suyu proteinleri gibi karakteristik süt bileşenlerini yüksek oranda içermektedir. Yayık altı suyu fosfolipid ve biyoaktif peptid içeriği yönünden de zengin bir yan ürün olup gıdalarda emülsifikasyon etkisi ile de dikkat çekmektedir. Ayrıca, bu bileşiklerin kalp-damar rahatsızlıkları, bağışıklık sistemi ve kanser ile ilgili olarak sağlık üzerine olumlu etkileri de bulunmaktadır. Yayık altı suyu bileşimi ayrıca, kolesterol düşürücü, kan basıncını ve anti-oksidatif stresi azaltıcı etkisi ile çeşitli kronik hastalıkları önlemek için yeni ve yenilikçi terapötik gıdaların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Jiménez-Flores & Brisson, 2008; Avcı & Özcan, 2020; Özcan & Demiray-Teymuroğlu, 2020).

Yayık altı suyu, fosfolipid yönünden oldukça zengin olan süt yağı globül membranını (SYGM) içermektedir. Bu yapı yayıklama sürecinde kremaya verilen mekanik etkinin bir sonucu olarak serbest kalmaktadır. Yayık altında ve/veya tereyağı serum fazında serbest kalan SYGM, ultra-santrifügasyon, dondurarak kurutma (Rombaut vd., 2006) ya da mikrofiltasyon (Morin vd., 2007) gibi yöntemler ile ayrılabilir. Bu yapıdaki iki fraksiyon, çözünabilir üst faz ve SYGM çökeltisi ultra-santrifügasyon ile serbest hale geçebilmektedir. SYGM fraksiyonlarının düşük pH’da çöktürülmesi de mümkün olmaktadır (Fong vd., 2007). Bu fraksiyonlar esas olarak proteinler, fosfolipidler ve

minerallerden oluşmaktadır (Walstra, vd., 2006). Yayık altı suyunun yüksek fosfolipid içeriği, bu yan ürünü önemli bir fonksiyonel bileşen haline getirmektedir (Sodini vd., 2006). Tereyağının sıvı fazındaki fosfolipid içeriğinin yağı alınmış sütün 40 kat daha fazla; yayık altı suyu fosfolipid içeriğinin ise yağsız süte göre 7 kattan daha fazla olduğu saptanmıştır (Vanderghem vd., 2010).



Şekil 2.3. Yoğurt ve farklı tip yayık altı suyu üretimi akım şeması (Kumar vd., 2015). (Bu tezin konusu olan yayık altı şemada “Tatlı Krema Yayık altı Suyu” olarak gösterilmiştir.)

Pek çok bilimsel çalışmada yayık altı suyunun insan sağlığına önemli faydalar sağladığı açıkça ispatlanmıştır (Spitsberg, 2005; Fong vd., 2007; Ali, 2019; Calvo vd., 2020). Fosfolipidler, insan hücre zarının temel bileşeni olup beyin, sinir, kas, kalp, karaciğer dokuları ve spermin en önemli yapı taşıdır. Yayık altının yüksek fosfolipid içeriği pek çok gıda ürününün içeriğinde kullanımı için bu yan ürünü tekno-fonksiyonel bir bileşen haline getirmektedir (Rombaut vd., 2006).

Diğer taraftan SYGM bileşenleri, özellikle fosfolipidler gıda sistemlerinde emülsifiye edici özellikleriyle ekmek, çikolata, margarin süt ürünleri üretiminde önemli teknolojik etkiye sahip bulunmaktadır (Sodini vd., 2006; Dewettinck vd., 2008).

Yayık altı suyu iki şekilde üretilebilmektedir: i) kremanın asidifikasyonu (kültür ilave edilmiş yayık altı suyu) ve ii) kremanın yayıklanması (tatlı yayık altı suyu). Kültürlenmiş yayık altı suyu Avrupa ve Amerika’da ticari olarak üretilip ambalajlanan bir üründür. Tatlı yayık altı ya da bilinen genel adıyla “yayık altı suyu” tereyağı üretimi aşamasında kremanın yayıklanmasıyla açığa çıkan sıvı fazı ifade etmektedir. Yayıklamada bir su/yağ (W/O) emülsiyonu olan tereyağının sıvı ve katı fazları krema emülsiyonunun detabilizasyonunun doğal bir sonucu olarak ayrılmaktadır (Conway vd., 2014a).

Avrupa’da yayık altı suyu genellikle ticari, toz ya da sıvı olarak kullanılmaktadır. Taze yayık altı suyu ekşi kremanın ~20–30 rpm aralığında ve sürekli olmayan yöntemle 40-60 dakika geleneksel tereyağı yayık makinasında uygulanan yavaş bir yayıklanması ile elde edilmektedir. Ancak günümüzde büyük firmaların ürettiği ticari tereyağları büyük ölçüde yüksek hızlı ve sürekli sistem yayıklama ünitelerinde gerçekleştirmektedir. Bu sistem 1960’ larda geliştirilen “NIZO Tereyağı Prosesi”dir. Bu proseste geleneksel yöntemin aksine tatlı krema yayıklamaya verilmekte, tereyağının asidifikasyon ve aroma gelişimi tatlı kremanın yayıklaması sonrasında gerçekleşmektedir. Aroma oluşumu laktik asit, distile tereyağı aroması ve aroma oluşturan starter kültürlerin sisteme dahil edilmesiyle gerçekleşmektedir. NIZO tereyağı prosesinin en önemli avantajı tatlı yayık altı suyu tereyağı üretim hattı boyunca oluşmakta ve bu yayık altı “beraber ürün” (co-product) olarak kabul edilmektedir. Yani ana materyal ile (tereyağı) eş zamanlı olarak üretilen ikinci ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu üretimde elde

edilen yayık altı suyu süt endüstrisi için çok geniş uygulama alanı sunmaktadır. Diğer taraftan kesikli-klasik sistemle üretilen tereyağı, kremanın ve hatta tam yağlı süt ve yoğurdun çeşitli şekillerde alışlagelen metotlarla yayıklanması ile üretilmektedir. Klasik sistemle elde edilen yayık altı suyu sürekli (NIZO) sistemle elde edilene kıyasla “beraber ürün - (co product)” değil “yan ürün - (by-product)” olarak kabul edilmektedir. Bu durum yayık altı suyu kalitesinin standardize edilemediği, ticari anlamda değersiz kabul edilen ve bu nedenle de pek çok küçük işletmede kanalizasyona atılan yayık altı suları için geçerli olup yayık altı suyu biyokimyasal kompozisyonu sürekli sistemle oluşan “beraber ürün” den farklılık göstermektedir. Sürekli sistemde üretilen tereyağı yayıklama silindirindeki yüksek hızlı çırpıcılarda (1000–2500 rpm) yayıklandığı için faz dönüşümü çok hızlı gerçekleşmektedir. Böylelikle SYGM yapısı parçalanmakta, yayık altının sıvı fazı tereyağı globüllerinden anlık olarak uzaklaşmaktadır. Klasik sistemde ise, yayık altı oluşumu çok daha yavaş gerçekleşmektedir. Proseslerdeki bu farklılık yayık altı suyu bileşimlerinde ortaya çıkmaktadır (Vanderghem vd., 2010; Ceylan & Ozcan, 2020). Tereyağı üretim yöntemlerinin yayık altı suyu fiziko-kimyasal yapısı ve amino asit bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada araştırmacılar üretim yönteminin bu parametreler üzerinde belirgin bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (Avcı & Ozcan, 2020). Farklı yöntemlerle üretilen yayık altı sularının gıda sistemlerindeki uygulamaları Çizelge 2.2.’de sunulmuştur (Vanderghem vd., 2010).

Yayık altı suyunun doğrudan tüketimi oldukça sınırlı olup ülkeden ülkeye değişmektedir. Bu nedenle genelde toz formu gıda sanayinin çeşitli alanlarında emülsifiye edici olarak ya da hayvancılık sektöründe yem katkısı olarak kullanılmaktadır (Gille, 2011). Tereyağı üretiminde yayık altı suyunun yüksek hacimlerde açığa çıkması nedeniyle en kolay değerlendirme şekli sprey kurutma ve evaporasyon gibi teknolojilerle yayık altı tozuna dönüştürmektir. Süt sanayiinde yayık altı suyu peynir üretiminde (Joshi vd., 1994; Govindasamy-Lucey vd., 2006; Morin vd., 2008; Romeih vd., 2012; Hickey vd., 2017; Sakkas vd., 2021), dondurma karışımlarında (Chandan & Kapoor, 2011; Szkolnicka vd., 2020); yoğurt ve fermente süt (Trachoo & Mistry, 1998; Romeih vd., 2014; Gebreselassie vd., 2016; Liutkevičius vd., 2016; Mudgil vd., 2016) üretiminde kullanılmaktadır.

Yayık altı suyu tozunun, biyoaktif bileşenlerin vücuda alınmasında kullanılan enkapsülasyon materyali olarak omega 3 balık yağı tabletlerinde yağsız süt tozundan daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir (Ali, 2019). Gıda sistemlerinde biyoaktif bileşenlerin ideal taşınımı için kısıtlayıcı faktör gıda ve enkapsülasyon materyali seçimi ile sistemsel tasarımıdır. Yayık altı tozu bu anlamda önemli potansiyele sahip bir bileşen kabul edilmektedir (Augustin vd., 2015).

Yayık altı suyunun rekombine sütlerde ısı stabilitesini arttırarak ürüne önemli bir fonksiyonellik kazandırdığı belirtilmiştir. Bu etki sterilizasyon boyunca fosfolipid-protein interaksiyonları ile protein pıhtılaşmasını engellenmesiyle açıklanmaktadır (Mc Crae,1999; Sodini vd., 2006; Britten vd., 2008).

Yayık altı suyunu önemli bir ürün olarak şekillendiren özellik SYGM ve buna bağlı olan bileşenlerdir (proteinler, fosfolipidler ve sfingolipidler). Bu bileşenler yayık altı suyunu anti-viral, anti-kanser ve anti-hipertansif özellikleri ile önemli sağlık etkileri sağlayan fonksiyonel bir ürün haline getirmektedir. Bunların yanı sıra yayık altı suyu diğer bazı bileşenlerce de zengin kabul edilmektedir. Yayık altı suyu protein içeriği, %75'i kazein, %8-15'i peynir altı suyu proteini ve polar lipidlerdir. Son yıllarda yapılan çalışmalar yayık altı suyu bileşenlerinin ayrıştırılıp değerlendirilmesinin bazı geri dönüşsüz değişimler nedeniyle oldukça zor ve karmaşık bir süreç olduğunu göstermiştir (Britten vd., 2008; Gassi vd., 2008).

Çizelge 2.2. Yayık altı suyunun gıda uygulamaları (Vanderghem vd., 2010)

Kaynak	Beklenen Özellik	Uygulama	Etkiler
Taze yayık altı suyu (Modern teknik-NIZO)	Isı-stabilitesi sağlayıcı	Rekombine evapore süt	Stabilitede artış
Ultrafiltre edilmiş taze yayık altı suyu	Viskozite sağlayıcı	Ceddar peyniri	Viskozite artışı, artan peynir verimi
Yoğunlaştırılmış kremadan (tatlı) üretilen yayık altı suyu	Randıman, tekstür gelişimi ve eriyebilirliği iyileştirici, pıhtılaşma sağlayıcı, nem tutucu	Pizza peynirleri	Rutubeti azaltma, azalan yapışkanlık ve eriyebilirlik
Yayık altı suyu (Klasik metot)	Nem tutucu, hamur yapısını ve duysal özelliklerini iyileştirici	Ekmek	Azalan jel yapısı, artan su absorpsiyonu, artan uzama direnci, daha fazla duysal beğeni

Morin vd. (2006), kremanın pastörizasyonunun oldukça önem taşıdığını, pH 4,6'da SYGM proteinlerinin çözünürlüğünün pastörizasyon sıcaklıklarında değiştiğini, yağ membran yüzeyinin modifikasyona uğradığını ve böylece fosfolipidlerin ayrıştırılabilirliklerinin arttığını bildirmiştir. Yüksek su tutma kapasitesine sahip fosfolipidlerin saflaştırılması, yayık altı suyunun teknolojik anlamda peynir ve yoğurt üretiminde kullanım olanağını arttırmaktadır. Ayrıca, SYGM proteinleri ile diğer protein yapılar arasında ısı kaynaklı etkileşimler de oluşmaktadır (Morin vd., 2008; Saffon, 2013).

Yayık altı suyu polar lipidler (fosfolipid ve sfingolipid) yönünden zengin bir süt ürünüdür. Bunun yanı sıra çok düşük konsantrasyonlarda mono, di ve trigliseritler, kolesterol ve esterleri de içermektedir (Dewettinck vd., 2008). Modern yöntemlerle 130'dan fazla spesifik protein, süt yağı globül membranından izole edilmiştir (Affolter vd., 2010). Düşük miktarlarda yer almasına rağmen spesifik membran proteinleri insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Yayık altı fosfolipidlerinin kolesterol düşürücü etkisi en fazla incelenen konular arasında olmuştur (Jiménez-Flores & Brisson, 2008; Conway vd., 2014a).

Süt proteinleri (kazein ve peynir altı suyu proteinleri), laktoz, vitamin ve mineralleri yağsız sütle eşdeğer miktarda içeren yayık altı suyunun fosfolipid miktarının ise yağsız süttten fazla olduğu bildirilmektedir (Dewettinck vd., 2008, Hickey vd., 2017). Bu nedenle fosfolipid içeriğiyle yayık altı suyunun gıda, tıp ve eczacılık gibi ilgili sektörlerde yayık altı suyu kaynaklı yeni ürün açılımlarına zemin hazırlayacağı düşünülmektedir (Avcı & Özcan 2020).

Yayık altı suyunun sağlık üzerine olumlu etkilerinden ne yazık ki günümüzde bile tam olarak faydalanılamamaktadır. Yayık altı suyunu önemli hale getiren yüksek değerli bileşenlerin listesi Çizelge 2.2.'de verilmiştir. Diğer süt ürünleriyle kıyaslandığında yayık altı suyu yüksek miktarda süt yağı globül membranı (SYGM) ile karakterize edilmektedir. Bu membran yapı sütün sıvı fazında yağ küreciklerinin stabilitesinden sorumlu olmaktadır (Danthine vd., 2000). Yayıklama sırasında bu membran yapı parçalanarak içeriğindeki fosfolipidler ve membran spesifik proteinleri gibi önemli bileşenler serbest kalmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalar yayık altı suyunun tam

bir gıda olarak kullanımından ziyade daha çok yayık altı suyu fosfolipidleri, SYGM, spesifik proteinler gibi bileşenleri üzerine yoğunlaşmıştır (Liutkevičius vd., 2016). Yayık altı suyu kremadaki suda çözünür bileşenlerin çoğunu içermektedir. Yayıklama sürecinde yağ globüllerinin parçalanmasını takiben protein, laktoz, mineraller ve bazı lipid bileşenleri süt yağı globül membran (SYGM) bileşenleriyle birlikte yayık altı suyuna geçmektedir. SYGM esas olarak sağlık açısından önemli protein, fosfolipidler ve minerallerden oluşmaktadır (Spitsberg, 2005; Walstra vd., 2006; Conway vd., 2014b; Hickey vd., 2017).

Araştırmalarda yayık altı suyundan izole edilen SYGM bileşenlerinin rotavirüs türlerine karşı anti-viral etkisinin olduğu bildirilmiştir (Ochonicky vd., 2005). Ayrıca fosfolipidlerin beyin sağlığı üzerinde önemli fizyolojik etkilerinin olduğu, hücre içi kolesterol bağlayıcı etki gösterdiği, stres yönetimi ve tümör gelişimini engelleyici etkileri olduğu da belirtilmektedir (Morin vd., 2007).

Çiğ süte ısıl işlem uygulandığında SYGM yapı sağlam (globüler) kalırken yayık altının bileşiminde ise ısıl işlem sonrasında iki boyutlu tabaka şeklini almaktadır. Bu durumda membranın iç ve dış yüzeyindeki SYGM bileşenleri yayık altı serum fazı ile etkileşime geçmektedir. Bu etkileşimler çiğ sütün yağ globüllerinde meydana gelen etkileşimlerden farklı olup yayık altı suyuna fonksiyonel özellik kazandırmaktadır (Morin vd., 2007).

Yayık altı suyu proteinlerinin %80'den fazlası kazein ve peyniraltı suyu proteinleridir. Ancak yayık altı suyunun yağ kompozisyonu yağsız süte göre miktarsal ve bileşimsel açıdan önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bunun nedeni SYGM bileşenleridir. Yayık altı suyu proteinlerinin %20 kadarı SYGM kökenlidir. Bu proteinler yayıklama esnasında çözünür hale geçmektedir. Söz konusu oluşum süreci şematik olarak Şekil 2.1.'de özetlenmektedir. Aslında SYGM bileşenlerinin değişmesine neden olan her uygulama son ürünlerdeki süt kökenli bileşenlerin dağılımını etkilemektedir. Örneğin kremadaki polar lipid içeriği %0,9 iken yayık altı suyunda %4,5 ve tereyağında %0,2'dir (Contarini & Povolo, 2013). Yayık altı suyundaki SYGM bileşenleri bu tereyağı yan ürüne besinsel ve teknolojik özellikler katmaktadır. Çizelge 2.3.'de çeşitli süt ürünlerinde toplam yağ ve polar lipid oranları gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. Çeşitli süt ürünlerinde toplam yağ ve polar lipid oranları

Bileşim (%w/w)	Tam Yağlı Süt	Yağsız Süt	Krema	Yayık Altı Suyu
Lipidler (a)	4,000	0,06	40,00	0,60
Fosfolipidler (b)	0,035	0,015	0,21	0,13
Oran [(b/a) x 100]	0,900	25,00	0,50	22,00

Peynir altı suyu gibi yayık altı suyu da fermentasyon sonucu biyoyararlılığı oldukça yüksek olan biyoaktif peptidler içermektedir. Günümüzde yapılan bazı çalışmalar özellikle *Lactococci* ve *Lactobacilli* gibi laktik asit suşları ve bazı aroma artırıcı suşlarla inoküle edilen yayık altı sularında biyoaktif peptidlerin ve çeşitli bileşiklerin açığa çıktığını ortaya koymaktadır (Conway vd., 2014a; Sakkas vd., 2021; Demiray-Teymuroğlu & Özcan 2022).

Yayık altı suyunun biyo-fonksiyonel özelliklerden anti-oksidan, kolesterol düşürücü, anti-viral, anti-kanser, anti-bakteriyel, ACE inhibitörü (yüksek tansiyon engelleyici-antihipertansif) etkileri ön plana çıkmaktadır (Sodini vd., 2006; Cichosz vd., 2017).

2.2.1. Yayık altı suyunun bileşenleri

Kazein: Kazein, yayık altı suyu proteinlerinin %75-81'ini oluşturmakta olup yapısal olarak diğer proteinlere göre oldukça farklılık göstermektedir. Örneğin çok az sekonder ve tersiyer yapılar içermekte olup yüksek oranda hidrofobiktir. Bu hidrofobik gruplar kazeine diğer proteinlerle etkileşim kurma yönünde güçlü bir eğilim kazandırmaktadır. Süt sisteminde kazein, misel yapıdaki partiküller halinde bulunmaktadır. Kazein miselleri α_{S1} (%33), β (%33), α_{S2} (%11), κ (%11) kazein, kalsiyum fosfat (8 g.100g⁻¹ kazein) ve az miktarda proteoz-pepton enzimlerinden oluşmaktadır (Walstra vd., 2006).

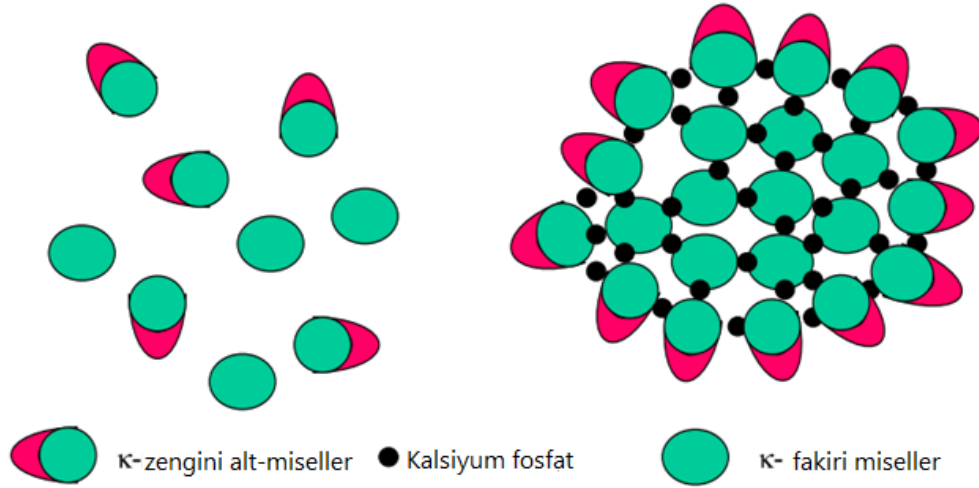
Kazein miselleri ortalama 40 ila 300 nanometre çapında ve negatif yüklü yapılardır ve süt ürünlerinin işleme ve depolama sırasındaki stabilitesini belirlemektedir. Kazein misellerini tanımlamada zaman içinde çeşitli modeller önerilmiştir. Bu modeller arasında en çok kabul göreni Schmidt (1980) tarafından önerilmiş olup burada,

birbirleriyle hidrofobik bağlar ve kalsiyum fosfat bağıyla bağlanan alt misellerden oluştuğu açıklanmıştır. Misellerin dışında yer alan alt-miseller 1 ya da 2 κ -kazein içermektedir. Bu “tüyümsü tabaka” kazeinde 75 amino asitten oluşan C terminal uç tarafından oluşturulmaktadır. Alt miseller negatif yüklü ve aynı zamanda hidrofilik yapıda olup kazein misellerine koloidal stabilite kazandırmaktadır (Walstra vd., 2006).

κ -kazein molekülleri genellikle 120 kDa kütleli oligomerler halinde bulunmaktadır. Her oligomer 5-11 monomer içermektedir. κ -kazein diğer kazeinlerden yapısında iki sistein rezidüsü içermesiyle farklılık göstermektedir. Bu iki rezidü (Cys₁₁-Cys₈₈) protein molekülleri arasında disülfid bağları meydana getirerek bir yapı oluşturmaktadır. Yayık altı suyunda kazein genellikle misel formda bulunmaktadır. Ancak farklı proses koşulları, kazein misellerinin boyutundaki değişimleri etkilemekte ve buna bağlı olarak üründeki bazı fizikokimyasal özelliklerin değişimine neden olmaktadır. Bunun en çarpıcı örneği yayık altı suyundaki kazein misellerinin, kremanın pastörizasyonu nedeniyle çok zayıf pıhtılaşma özelliği göstermesidir (Morin vd., 2008).

Her bir kazein molekülü de 20-25 alt-miselden oluşmaktadır ve ortalama 12-15 nanometre çapındadır (Saffon, 2013). Kazein misellerine ait alt-misel modellemesi Şekil 2.3’de şematize edilmiştir.

Peynir altı suyu proteinleri: Peynir altı suyu proteinleri yayık altı suyundaki toplam proteinlerin %8-15’ini oluşturmaktadır. Bu oran yayıklama sürecine bağlı olup, peynir altı suyunda %100’dür. İki ana peynir altı suyu proteini olan β -laktoglobulin (β -LG) ve α -laktalbumin (α -LA) toplam protein içeriğinin %70-80’ini oluşturmaktadır. Diğer minör proteinlerden serum albumini (BSA), immunoglobulin (Ig), proteoz pepton (PP), laktoferrin (LF) ve laktoperoksidaz (LP) olup bunlar da toplam proteinlerin %20’sini oluşturmaktadır (Horne, 2006; Sodini vd., 2006; Saffon, 2013).



Şekil 2.4. Kazein misellerine ait alt-misel modellemesinin şematik görünümü (Horne, 2006; Saffon, 2013).

Süt yağı globül membran proteinleri (SYGM): SYGM-spesifik proteinleri diğer süt fazlarında çok az bulunan ve hücre içi önemli biyolojik fonksiyonları olan özel protein yapılarıdır ve SYGM'nin %25-70'ini oluşturmaktadır (Cavaletto, 2008). Bu proteinlerin fonksiyonları daha çok hücre sinyalizasyonu (%23), membran/protein akışı (%23), yağ taşınımı ya da metabolizması (%11), protein metabolizması (%7), genel taşınım (%9) ve bağışıklık sistemi fonksiyonları (%4) olarak sıralanabilmektedirler (Saffon, 2013). Membran yapıya daha gevşek olarak bağlı olan diğer küçük proteinler ise enzimler, immünoglobülinler ve salgı epitel hücrelerinin sitoplazmik proteinleridir. Bahsedilen bu biyomoleküller sığır meme hücrelerinde önemli biyolojik işlevlere sahiptirler. Ne var ki bu proteinlerin insan organizmasındaki özellikleri henüz bilinmemektedir. Sindirim sonrası bu proteinlerin yapısal değişikliklere uğradığı belirtilmektedir (Affolter vd., 2010).

SYGM toplam yağ globül kütesinin %2-6 kadarını oluşturmakta olup proteinler, glikoproteinler, fosfolipidler, trigliseridler, kolesterol, enzimler ve diğer minör bileşenlerden meydana gelmektedir. Bu SYGM yapının bileşimi yağ globüllerinin hacmi, hayvanın türü, sağlık durumu ya da laktasyon periyodu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Keenan & Mather, 2006).

SYGM'nin protein içeriği %25-60 aralığında olup bu oran ekstraksiyon tekniklerine göre değişmektedir. Bugüne kadar 40'dan fazla SYGM proteini tanımlanabilmiştir. Uzun zamandır SYGM proteinleri sodyum dodesil sülfat varlığında poliakrilamid jel elektroforezindeki (SDS-PAGE) relatif migrasyon değerlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre söz konusu proteinlerin terminolojisi Amerikan Süt Komitesi Bilim Kurulu tarafından oluşturulup Mather (2000) tarafından açıklanmıştır. Buna göre SYGM'nin ana proteini mucin 1 (MUC1), ksanthine dehidrojenaz/oksidaz (XDH/XO), periyodik asit Schiff III (PASIII), farklılaşma kümesi (cluster of differentiation CD36) periyodik asit schiff 6/7 (PAS 6/7), bütirofilin (BTN), adipofilin (ADPH) ve yağ asidi bağlayıcı proteinler (FABP) olarak sınıflandırılmıştır (Heid vd., 1998; Singh, 2006). Bahsedilen bu proteinler membran yapı boyunca hammaddenin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak spesifik pozisyonlarda bulunmaktadır. SYGM yapısının izoelektrik noktası ise pH 4,8 olarak belirlenmiştir. Daha yüksek pH değerlerinde ise SYGM negatif yüke sahip bulunmaktadır (Saffon, 2013).

Mucin 1 (MUC1) bir glikoprotein olup krema fraksiyonuyla ilişkilidir. Sütte 40 mg.L⁻¹ konsantrasyonda bulunmaktadır. Kütlesi 160.000 Da ile 200.000 Da aralığındadır. Mucin 1 SYGM'nin serum proteinleriyle etkileşim kuran tarafına kuvvetli bir şekilde bağlanmaktadır. Ancak küçük ısı şoklarında çözünür hale gelebilmektedir. MUC1'in rolü uzun yıllar tam olarak anlaşılamamıştır. MUC1'in fiziksel hasara ve rotavirüslere karşı koruyucu etki gösterdiği çeşitli araştırmalarda belirtilmektedir (Mather, 2000; Kvistgaard vd., 2004).

Ksanthine dehidrojenaz/oksidaz (XDH/XO) SYGM yapıda en fazla bulunan enzimdir. 22 adet disülfid bağı protein yapısını güçlendirmektedir. Bu protein 38 tiol rezidüsü içermekte olup bunlardan 4 tanesi reaktifken 34 tanesi yapı içerisinde saklıdır (Cheng, 2008). XDH/XO periferik bağı proteinlerden olup genellikle membrana zayıf bir şekilde bağlandığı düşünülmektedir. Toplam proteinlerin %60 kadarı uygun tamponlar kullanılarak ayrılması kolay iken geri kalan %40 kadarı membrana sıkı bir şekilde bağlı olup ayrılmaları zor olmaktadır (Mather, 2000). XDH/XO'nun bağırsaklarda hidrojen peroksit üretimi nedeniyle anti-mikrobiyel etkiye sahip olduğu düşünülmektedir (Saffon, 2013).

PAS III (Periodic acid Schiff III) proteini 95.000 Da ile 100.000 Da arasında kütleye sahip bir glikoprotein olup net bir şekilde belirtilmemektedir. Membranın dış yüzeyinde bulunduğu düşünülmektedir (Mather, 2000).

CD36 (Cluster of Differentiation) SYGM yapının ana proteini olup 76.000 Da ile 78.000 Da aralığında kütleye sahip ve 10 sistein rezidüsüne sahiptir (Conway vd., 2014b). Bunlardan 6 tanesi Cys242-Cys310, Cys271-Cys332 ve Cys312-Cys321 şeklinde disülfid bağları oluşturmaktadır ve diğer 4 tanesi membranın hücre içine yakın kısımlarında açillenmektedir. Bu proteinin serbest tiol grubu olmayıp membrana sıkı bağlıdır. Santrifüj uygulaması bile bu proteinin membrandan ayrılmasına olanak sağlamamaktadır. CD36 apoptotik hücrelere (programlanmış hücre ölümü) ve onların fragmanlarına bağlanarak bir anlamda temizleyici görevi üstlenmekte ve fagositozla bu tip hücrelerin eliminasyonlarını sağlamaktadır (Mather, 2000; Saffon, 2013).

BTN (Butirofilin) de SYGM yapıda en fazla buluna proteinlerden birisi olup 67.000 Da kütleye sahiptir. Membrana sıkı bağlıdır ve santrifüj ekstraksiyonu ile ayırma tekniklerine karşı oldukça dirençlidir (Mather, 2000; Saffon, 2013).

ADPH (Adipofilin) 52.000 Da kütleye sahip, membrana sıkı bağlı, tuzlar ve iyonik olmayan deterjanlarla bile membrandan ekstraksiyonu mümkün olmayan bir proteindir. ADPH'nin diğer protein ve lipid molekülleriyle interaksyonda işlevinin olduğu bilinmektedir. Her bir ADPH molekülü 5-6 yağ asidine bağlanabilmektedir (Saffon, 2013).

PAS 6/7 (Periodic acid Schiff 6/7) birbirine bağlı 52.000 Da ve 47.000 Da kütleli bileşenlerden oluşan bir glikoprotein olup 9 disülfid köprüsü proteini stabilize etmektedir (Cys6-Cys17; Cys11-Cys29; Cys31-Cys40; Cys48-Cys59; Cys53-Cys76; Cys78-Cys87; Cys234-Cys238; Cys252-Cys409; Cys91-Cys247). Serbest tiol grubu yoktur. PAS6/7 SYGM membran yapısına zayıf bağlı olup, yağsız sütte ya da yayık altı suyunda çözülebilir formda bulunabilmektedir (Mather, 2000). Bu protein ısı stabilitesi en yüksek olan proteindir ve 80°C'ye kadar stabilitesini koruyabilmektedir (Ye vd., 2004).

FABP (Yağ Asidi Bağlayıcı Protein) SYGM yapıdaki en küçük protein grubudur. Molekül ağırlığı 13.000 Da olup membrana zayıf bağlı bulunmaktadır (Saffon, 2013).

Yayık altı suyu fosfolipidleri: Yayık altı suyunun lipid içeriği %0,3-0,7 aralığında değişmektedir. Yayık altı suyundaki ve süt yağı globül membranındaki lipid bileşenleri Çizelge 2.4.'de açıklanmaktadır. Yayık altı suyu fosfolipidler, sfingolipidler ve gangliositler gibi polar lipidler yönünden %0,07-0,18 aralığındaki içeriğiyle tam yağlı süte ve yağsız süte göre daha zengindir. Bu oran tam yağlı sütte %0,035; yağsız sütte %0,015 ve peynir altı suyunda %0,02'dir. İnek sütünde fosfolipidlerin %50-60 kadarı SYGM yapıya bağlı haldedir ve membrandaki toplam lipidlerin %26-31'ini temsil etmektedir (Vesper vd., 1999; Singh, 2006).

Membranda bulunan ve yayık altına önemli fonksiyonel özellikler veren fosfolipidler; sfingomyelin (SM%22), fosfatidil kolin (PC%36), fosfatidil etanolamin (PE%27), fosfatidilinositol (PI%11), fosfatidil serin (PS%4) ve lisofosfatidil kolin (ya da lizolesitin; LPC-%2)'dir. Bu sınıflar büyük oranda uzun zincirli ve esterleşmiş yağ asitlerini (C₁₆; C_{18:1}) ve çok az miktarda kısa zincirli yağ asitlerini (C₄-C₁₀) içermektedir. Membrandaki fosfolipidlerin son yıllarda saptanan en önemli faydaları; kolon kanserini, gastrointestinal patojenleri ve Alzheimer hastalığını engelleyici, depresyon ve stresin olumsuz etkilerine karşı ve karaciğeri toksik kimyasalların yıkıcı etkilerine karşı koruyucu ve ayrıca karaciğerdeki kronik viral hastalığına karşı olumlu etkileri olarak ön plan çıkmaktadır (Spitsberg, 2005; Dewettinck vd., 2008).

Diğer taraftan sfingomiyelin ve fosfatidilkolinin organizma için en önemli kolin kaynağı olduğu da bilinmektedir. Kolin insan vücudunda sinir fonksiyonları, kas hareketliliği, beyin gelişimi, karaciğer fonksiyonu ve metabolizma sağlığı gibi vücuttaki pek çok süreç için gerekli bir B-kompleks vitamini olup son yıllarda yapılan araştırmalar kolin eksikliğinin depresyon, hafıza kaybı ve anksiyete bozukluklarına sebep olabildiğini ortaya çıkarmıştır (Anonim, 2019). Çizelge 2.4.'de yayık altı suyunun lipid kompozisyonu özetlenmiştir (Walstra vd., 2006).

Çizelge 2.4. Yayık altının lipid kompozisyonu (Walstra vd., 2006).

Bileşen	Yayık Altı Suyunda (Kurumadde'de)	Bileşen	SYGM'de (Toplam Lipid'deki %)
Toplam lipid	2,9-7,4	Trigliserit	62
Fosfolipid (PL)	0,6-1,9	Digliserit	9
PE	%42,9 (toplam PL'de)	Sterol	0,2-2
PI	%8,9 (toplam PL'de)	Serbest yağ asitleri	0,6-6
PS	%8,6 (toplam PL'de)	Fosfolipid	26-31
PC	%19,1 (toplam PL'de)		
SM	%17,9 (toplam PL'de)		
CER	%7,7 (toplam PL'de)		

PE: Fosfatidiletanolamin; PI: Fosfatidilinositol; PS: Fosfatidilserin; PC: Fosfatidilkolin;
SM: Sfgomiyelin; CER: Seramid

SYGM her iki polar lipid sınıfını (fosfolipidler-PL ve sfingolipidler) ve çok düşük konsantrasyonlarda nötral lipidleri (tri-, di- ve monogliseritler, kolesterol ve esterlerini içermektedir (Dewitting vd., 2008). Sağlık üzerine olumlu etkileri konusunda en fazla dikkat çekilen bileşen polar lipidlerdir. Bu lipid fraksiyonları bir hidrofilik baş ve bir hidrofobik kuyruktan oluşmaktadır ve gliserol eşliğinde iki yağ asidi molekülüyle esterleşmektedir. Gliserolün üçüncü hidroksil grubu bir fosfat atomuna bağlı olup oluşan bu yapı serin, kolin veya etanolamin gibi bazı organik gruplara bağlanabilme yeteneğine sahiptir. Bağlanma sonrasında ortaya çıkan karmaşık yapı “gliserofosfolipid” olarak tanımlanmaktadır (Fong vd., 2007; Gille, 2011). Farklı literatür kaynaklarında geçen yayık altı fraksiyonlarındaki gliserofosfolipid ve sfingolipid profili Çizelge 2.5.'de açıklanmaktadır.

Çizelge 2.5. Yayık altı suyu fraksiyonlarındaki gliserofosfolipid ve sfingolipid profili (100 g⁻¹ fosfolipid içinde)

Polar Lipid	Keenan vd., (1970)	Fauquant vd., (2007)	Lopez vd., (2010)
PE	35,7	6,4	23,2
PI	5,7	7,6	8,1
PS	4,9	6,5	16,1
PC	26,8	32,1	26,6
SM	21,4	17,3	26

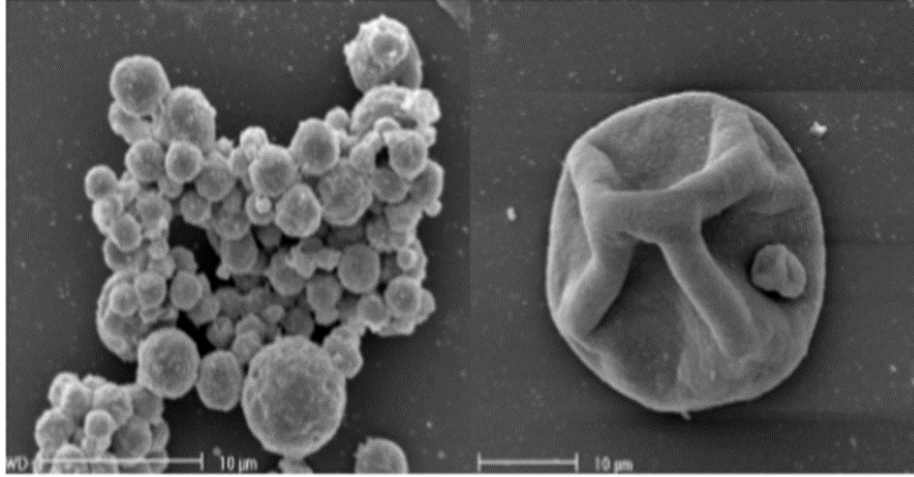
PE: Fosfatidiletanolamin; PI: Fosfatidilinositol; PS: Fosfatidilserin; PC: Fosfatidilkolin;
SM: Sfgomiyelin

2.2.2. Süt yağı globül membranı'nın (SYGM) özellikleri

Yayık altı suyu, yağsız süt ya da peyniraltı suyu ile karşılaştırıldığında kazein ve peyniraltı suyu proteinleri açısından daha iyi bir kaynak sayılmamaktadır. Yayık altı suyunu spesifik kılan bileşen, parçalanmış SYGM yönünden zengin olmasıdır. Bu membran yapı proteinler, fosfolipitler, mineraller gibi kompakt bağlı bileşenlerden meydana gelmiş olup yayıklama sırasındaki güçlü fiziksel etki sonucu serbest kalarak yayık altı sıvı fazına geçmektedir. Genel anlamda SYGM sütün sıvı fazında yağ globüllerinin birleşmesini önlemek için bir trigliserit çekirdeğini içermektedir. Bu durum SYGM'nin sütte basit bir emülsifiye edici olarak işlevselleştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, araştırmalar yayık altının spesifik proteinler, polar lipitler ve bazı küçük moleküller (mineraller, E vitamini, karotenoidler) açısından sağlık üzerine önemli fonksiyonel özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Walstra vd., 2006; Gille, 2011). Şekil 2.4.'de doğal süt yağı globülünün taramalı elektron fotoğrafındaki görünümü verilmektedir.

Süt yağı globül membranı (SYGM), esas olarak insanların ve diğer memelilerin süt üreten hücrelerinden salgılanan süt yağı globülünü çevreleyen, lipitlerden ve proteinlerden oluşan karmaşık ve benzersiz bir yapıdır. Bu yapı beyin ve bağırsakta önemli fonksiyonel rolleri olan fosfolipidler, glikolipidler, glikoproteinler ve karbonhidratlar da dahil olmak üzere çoklu biyoaktif bileşiklerin kaynağını oluşturmaktadır. SYGM toplam yağ globüllerinin yaklaşık %2-6'sını oluşturmaktadır (Singh, 2006). Toplam süt fosfolipidlerinin çoğu bu yapıda bulunduğu için zengin bir fosfolipid kaynağı olarak kabul edilmektedir. Buna karşılık, süt yağı globülünün iç çekirdeği ağırlıklı olarak triaçilgliserollerden oluşmaktadır. SYGM'nin yapısı oldukça karmaşık olup kolesterol ve diğer lipitlerle birlikte çeşitli fosfolipidler, glikolipidler, proteinler ve glikoproteinleri içermektedir. Spesifik lipitler ve proteinler, süt yağ globülünün dış yüzeyine doğru yayılmış glikoproteinlerin ve glikolipitlerin karbonhidrat zincirleri ile membranın farklı katmanlarına lokalizedir; SYGM'deki lipit-protein ağırlık oranı yaklaşık 1:1 olarak belirtilmektedir (Cho vd., 2000). Bununla birlikte, SYGM'nin besinsel değeri sadece yapısı veya makro besin kategorileriyle değil, aynı zamanda her bir bileşenin sağladığı fizyolojik rol ile de tanımlanmaktadır. SYGM'nin hücre içi enerji üretim döngüsüne az da olsa katkıda bulunduğu, bileşenleri ile bu döngüye

yapısal ve fonksiyonel faydalar sağladığı bildirilmektedir (Dewitting vd., 2008). SYGM'nin bileşimi Çizelge 2.6.'da özetlenmiştir.



Şekil 2.5. Doğal süt yağı globülünün taramalı elektron fotoğrafındaki görünümü (solda) ve ultrafiltrasyonla yayık altı suyundan izole edilen süt yağı globül membranı (SYGM) (Cho vd., 2000).

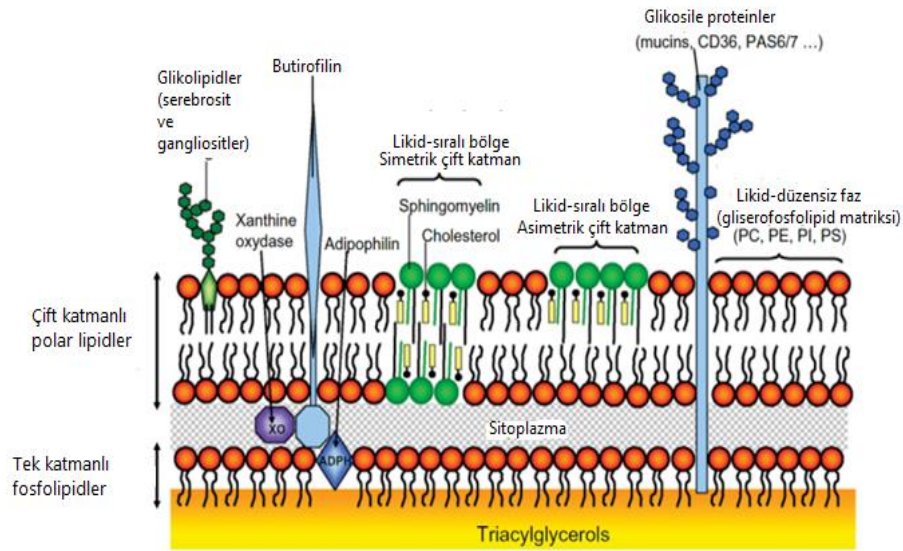
Çizelge 2.6. SYGM'nin bileşimi (Walstra vd., 2006).

Bileşen	Yağ Globülündeki Miktar (mg/100g)
Protein	1800
Fosfolipidler	650
Serebrositler	80
Kolesterol	40
Monogliseritler	Mevcut ancak miktar bilinmiyor
Su	Mevcut ancak miktar bilinmiyor
Karotenoidler-C vitamini	0,04
Demir	0,30
Bakır	0,01
TOPLAM	> 2570

Ön klinik çalışmalar SYGM'den türetilen biyoaktif bileşenlerin beyin hücrelerinin yapısı ve işlevi, bağırsak gelişimi ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerini açıklamaktadır. Benzer şekilde, pediatrik klinik araştırmalar da bebeklerin ve çocukların bilişsel gelişimi ve bağışıklık sistemleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmektedir. Prematüre bebeklerden okul öncesi çocuklarına kadar geniş bir

popülasyonda, SYGM veya bileşenleri ile diyet takviyesi, bilişsel ve davranışsal gelişimi, bağırsak ve ağız bakteriyel bileşimi, ateşlenme, ishal ve orta kulak iltihabı gibi bazı hastalıklar üzerine iyileştirici etkileri olduğu belirtilmiştir (Conway vd., 2014a).

SYGM'nin bileşimi izolasyon, saflaştırma ve analiz metodlarındaki çeşitlilik nedeniyle literatürde büyük çeşitlilik göstermekte olup Çizelge 2.6.'da özetlenmiştir (Walstra vd., 2006). Polar lipidler ve membran-spesifik proteinler SYGM'nin ve dolayısıyla yayık altının fonksiyonel ve besinsel değerini belirleyen önemli parametrelerdir. Membran spesifik proteinleri ve lipidlerin organizasyonunu gösteren SYGM'nin taramalı elektron mikroskopundaki görünümü Şekil 2.5.'de ve şematik görünümü Şekil 2.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. SYGM'nin yapısı. SYGM bir trigliserit çekirdeği içermektedir. Polar lipidlerin üç katmanlı tabakası membranın omurgasını oluşturmaktadır. SYGM'ye özgü bütirofilin ve müsin gibi proteinler aynı zamanda kolesterol, sfingomiyelin ve glikolipidler gliserofosfolipidlerin 3 katmanlı matriksine eklemlenmiştir (Gille, 2011).

PC: fosfatidilkolin; PE: fosfatidiletanolamin; SM: sfingomiyelin; PI: fosfatidilinositol ve PS: fosfatidilserin.

2.2.3. Yayık altı suyu SYGM bileşenlerinin sağlık üzerine etkileri

Yayık altı suyu fosfolipidlerin iyi bir kaynağıdır. Süt fosfolipidlerinin sağlık üzerine bilinen faydaları kalp-damar hastalıklarını engelleyici, iltihap giderici ve kanser hücreleri üzerindeki koruyucu etki olarak belirtilmektedir. Sfingolipidlerin metabolitleri (seramidler ya da sfingosin-1-fosfat) hücre büyümesini ve çoğalmasını, programlanmış hücre ölümü (apoptoz) ve anjiyogenez (damar oluşumu) ve bağışıklık sistemini kontrol eden lipid taşıyıcılarıdır (Contarini & Povolito, 2013). Yayık altı suyunun biyoaktif bileşenleri olan süt yağı globül membranı (SYGM) sfingolipidleri neredeyse tamamen sfingomiyelinden oluşmaktadır. Sfingomiyelin diğer gliserofosfolipidlerin aksine uzun zincirli yağ asitlerinin iyi bir kaynağıdır. Sfingomiyelinin bu yapısı ona kolesterol ile yakın bir etkileşim kurabilme olanağı sağlamaktadır. Bu şekilde oluşan lipid köprüsü temelde SYGM’de daha kırılabilir bir özellik taşımasına neden olan zayıf bölgelerdir ki bu lipid köprüleri sindirim kanalında SYGM yapıya biyolojik işlevselliğini kazandırmaktadır. Bu durum söz konusu lipid köprülerinin sindirim enzimleri için muhtemel bir bağlanma alanı işlevi görerek lipid taşınımını kolaylaştırılmasıyla açıklanmaktadır. Bu lipid köprülerinin çeşitli mikroorganizmalar ve bazı anormal hücrelerin kenetlenme/bağlanma alanı olabileceği; fagositoz (hücre yutumu) ve apoptoz (programlı hücre ölümü) süreçlerinin gerçekleşmesine olanak sağlayan, omega-3 gibi bazı önemli yağ asitlerinin hücre sinyalizasyonu için taşınımında kolaylaştırıcı etkileri belirtilmektedir (Conway vd., 2014b).

İn vivo ve in vitro çalışmalar sonucu yayık altı suyu fosfolipidlerinin anti-kanser, anti-stres ve çeşitli hastalıkları önleyici çok kapsamlı etkileri açıklanmıştır (Küllenberg vd., 2012; Contarini & Povolito, 2013). Sfingomyelin tüm hücresel membranlarda, özellikle beyin hücrelerinde önemli bir yapısal rol oynamaktadır. Beyin hücrelerinin miyelinasyonundaki işlevi göz önüne alındığında diyet fosfolipidleri esansiyel yağ asitlerinin taşınarak sağlıklı bir beyin yapısının oluşumunda etki göstermektedir (Küllenberg vd., 2012). SYGM fosfolipidlerinin ticari bir preparatı (sfingomyelin %8,4, fosfatidiletanolamin %8,3 ve fosfatidilkolin 1,9%) üzerinde yapılan bir çalışmada endoplazmik retikulum stresine bağlı hücre ölümünü *in vitro* olarak azalttığı açıklanmıştır (Nagai, 2012). Endoplazmik retikulum stresi Alzheimer hastalığı gibi birçok nörodejeneratif bozuklukla bağlantılıdır. Ayrıca yayık altı suyu SYGM

sflngomiyelininin prematüre bebeklerde klinik olarak bazı nöro-davranışsal gelişimleri sağlayıcı etkileri belirtilmiştir (Tanaka vd., 2013).

Aynı şekilde çiğ süttten saflaştırılan SYGM izolatlarının *in vitro* çalışmalarda HT-29 kolon kanseri hücrelerinin gelişimini inhibe ettiğı belirtilmektedir (Zanabria vd., 2013). Bu etki dikkate alınarak başka bir çalışmada bu defa yayık altı suyu ultrafiltratından elde edilen SYGM izolatının anti-kanser etkisi araştırılmıştır (Snow vd., 2011). Bu çalışmada deney farelerinin bir grubuna %0,03 sfingomiyelin içeren mısır yağı ve diğer grubuna %0,11 sfingomiyelin içeren yayık altı suyu SYGM izolatı yedirilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda yayık altı sfingomiyelin izolatının kolon kanserine karşı koruyucu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Diyet sfingolipidlerinin toksinlere ve miktoorganizmalara karşı koruyucu ve anti-infektif etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu *in vitro* çalışmada peynir altı suyu kreması ile yayık altı konsantratu etkisi karşılaştırılmıştır (Fuller vd., 2013). Araştırmanın sonucunda yayık altı suyu konsantratının maymun böbrek hücreleri rotavirüs enfeksiyonununa karşı daha etkili olduğu bildirilmiştir. Yazarlar, yayık altı suyu ve peynir altı suyu kreması arasındaki bu anti-enfektif farkın SYGM lipid bileşiminin farklılığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Daha önce açıklandığı gibi sfingomiyelin-kolesterol lipid köprülerinin rotavirüs ve diğer bazı mikroorganizmalar için bağlayıcı etkide bulunduğu düşünülmektedir. Bu lipid köprülerinin sayısı ise, büyüklüğü ve bileşimi süt yağı globül bileşimini ve dolayısıyla biyoaktivitelerini etkileyen faktörlerden (proses koşulları, laktasyon süreci gibi) etkilenmektedir (Fuller vd., 2013).

Başka bir çalışmada SYGM izolatı ile zenginleştirilmiş süt ile beslenmenin sağlıklı çocuklarda (n=182) bağışıklık sistemi üzerine etkisi araştırılmıştır (Veereman-Wauters vd., 2012). Araştırmacılar doğrulanmış bir anket kullanarak 4 ay SYGM ile zenginleştirilmiş süt tüketiminin ateşli atakların ve yüksek ateşli geçirilen gün sayısında önemli azalmalarla (<3 gün) ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar “Achenbach Ampirik Tabanlı Değerlendirme Sistemi”ni kullanarak anksiyete, depresyon, fiziksel şikayetler, sosyal ve bilişsel problemler, dikkat eksikliği, kural çiğneme davranışı ve agresif davranışlarda kontrol grubuna kıyasla pozitif değişimler saptamışlardır. Bu pozitif değişimlerin kesin mekanizması açıklanamamış olmasına rağmen diyetle SYGM takviyesinin gerek bağışıklık sistemi gerekse merkezi

sinir sistemi fonksiyonlarında önemli gelişim sağladığı ortaya çıkarılmıştır. Yayık altı suyunun SYGM için iyi bir kaynak olmasının, ortaya çıkarılan bu veriler ışığında çocuk ve genç bireylerin tüketimine yönelik olarak yenilikçi gıda takviyeleri tasarımına olanak sağlayacağı belirtilmiştir.

Yayık altı suyu fosfolipidlerinin kolesterol düşürücü etkisi son yıllarda en sık araştırılan sağlıkla ilgili etkilerdendir. Kolesterolün hücre içi absorpsiyonu, bağırsak mukozasındaki “enterosit” denilen absorpsiyon hücreleriyle olan birleşme ve çözünme süreciyle açıklanmıştır. Kolesterolün bu enterositler içindeki çözünürlüğü, ortamdaki fosfolipidlerin konsantrasyonunun yanı sıra safra tuzlarının varlığı ile yakından ilgilidir. Bu durum sfingolipidlerin kolesterol düşürücü etkisiyle açıklanmaktadır. Başka bir çalışmada mikrofiltrasyon ile elde edilen yayık altı suyu konsantrelerinin kolesterolün *in vitro* çözünürlüğü üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Conway vd., 2010). Araştırmacılar çiğ krema yayık altı suyu varlığında kontrol grubuna kıyasla kolesterol miktarında %57,1’lik bir düşüş saptamışlardır. Ayrıca sfingomiyelin-kolesterol kompleksinin oluşumunun kolesterol çözünürlüğünün ortaya çıkmasında en önemli mekanizma olarak belirtmişlerdir (Conway vd., 2010). Aynı çalışmada kolesterol düşürücü etkinin pastörize krema yayık altı suyu kullanılması halinde çok daha zayıf olduğu (%17) da saptanmıştır. Bunun nedeni kremaya uygulanan ısı işlemin SYGM yapının bileşimi üzerinde çeşitli modifikasyonlara neden olması olarak açıklanmaktadır (Conway vd., 2010).

Yayık altı suyunun anti-oksidan özellikleri üzerine yapılan bir *in vitro* çalışmada da mikrofiltrasyon sonucu ortaya çıkan benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yayık altı tüketiminin kolesterol düşürücü etkisine yönelik olarak klinik sonuçlar başka pek çok çalışmada da ispatlanmıştır. Bunlardan birisinde ılımlı hiper-kolesteromi bulgusu olan sağlıklı bireylerde (n=34) çift kör, randomize, plasebo kontrollü çapraz çalışma sonucunda kısa süreli yayık altı suyu tüketiminin plazma kolesterolü ve trigliserid konsantrasyonlarında önemli ölçüde azalma sağladığı bildirilmiştir. Katılımcılar 4 hafta boyunca ardışık olarak rasgele sırada 45 g yayık altı (sfingomiyelin toplam yağın %0,6’sı) ve makro-besin uyumlu plasebo (sfingomiyelin toplam yağın <%0,1) tüketmişler, bu 4 haftanın sonunda katılımcılar ikinci bir 4 hafta için diğer tüketime geçmişlerdir (örneğin yayık altı kullananlar plasebo grubuna, plasebo kullananlar yayık

altı grubuna olacak şekilde). Bu süre sonunda katılımcıların serum LDL-kolesterol seviyelerinde plaseboya kıyasla %5,6'lık bir azalma saptanmıştır. Araştırmacılar kan lipid profilindeki bu durumu kolesterolün intestinal kanalda sfingomiyelin tarafında absorpsiyonuyla açıklamışlardır. Öte yandan kan trigliserit seviyelerinde de plasebo grubuna kıyasla %10,7'lik bir düşüş belirtmişlerdir, bu düşüşün, yayık altı tüketimine bağlı olarak kanda artan polar lipid seviyelerinin karaciğerde trigliserit sentezini düşürmesine bağlamışlardır (Conway vd., 2013). Benzer sonuçlar farklı araştırmacıların çalışmalarında da belirtilmiştir (Baumgartner vd., 2013; Reis vd., 2013).

Son yıllarda sfingolipidlerin saflaştırılmış preparatları ile yapılan klinik çalışmalar da dikkat çekmektedir. Bunlardan bir tanesinde sfingolipidle yapay olarak zenginleştirilmiş yayık altı kullanımının sağlıklı bireylerin açlık ve tokluk plazma lipid konsantrasyonlarında ve kolesterol seviyelerinde önemli bir değişime sebep olmadıkları saptanmıştır (Ohlsson vd., 2009, 2010). Burada söz konusu olan yayık altı suyu, kremanın yayıklanması sonucu oluşan “tatlı yayık altı suyu”dur (sweet buttermilk). Bazı ülkelerde yaygın olarak üretilip tüketilen kültürlenmiş yayık altı suyu asidifikasyon ile üretilmekte olup yayıklama söz konusu değildir. Bu nedenle tatlı yayık altı gibi SYGM bileşenleri yönünden zengin değildir (Gebreselassie vd., 2016; Sakkas vd., 2022).

Conway vd. (2014b), 4 hafta düzenli olarak tatlı yayık altı suyu verilen normo-tansif bireylerde kan basıncı seviyelerinin önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tansiyon düşürücü bu etkinin SYGM bileşenlerinin sindirimi sonucu ortaya çıkan peptidlerin etkisi ile olduğunu açıklamışlardır. Bu hipotezi destekleyen çalışmalarında, vücutta yüksek tansiyondan sorumlu olan ACE (anjiyotensin-1 dönüştürücü enzim) miktarları üzerine yoğunlaşmış, plasebo grubuna kıyasla ACE enziminin plazma konsantrasyonlarında %10,9'luk bir düşüşe neden olduğu saptanmıştır. Bu durum yayık altı suyu SYGM bileşenlerinin yüksek tansiyonu düşürücü etkisini ortaya koymaktadır. Ticari saflaştırılmış sfingolipid preparatları peptid içermediğinden böyle bir etkide bulunmamaktadır.

Başka bir çalışmada Baumgartner vd. (2013) plasebo kontrollü 12 haftalık periyotta gıda matrikslerindeki kolesterol absorpsiyonlarını incelemişlerdir (n=97). Katılımcılar kontrol grubu, günde 1 yumurta tüketen grup ve günde 1 yumurta sarısı katılmış 100

mL yayık altı tüketen grup olmak üzere 3 gruba ayrılmışlardır. Katılımcılar arasında sadece yumurta tüketen grupta plazma kolesterol ve LDL kolesterol seviyelerinde artış saptanırken yumurta+yayık altı grubunda kontrol grubuna kıyasla kanda kolesterol ve LDL seviyelerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durumun yayık altı suyu bileşenlerinin, özellikle sfingomiyelinin, kolesterolün intestinal absorpsiyonunda etkili olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Baumgartner vd., 2013). Bu iki çalışma yayık altı bileşenlerinin plazma lipidleri üzerine klinik araştırmalar sonucu elde edilmiş önemli verilerini oluşturmaktadır.

Yayık altı suyu, insan sağlığı üzerindeki etkileri sfingolipidlerle oldukça benzer olan “gliserofosfolipid”lerin mükemmel bir kaynağıdır. Her iki bileşen de hücre sinyalizasyonu (cell signalling) ve beyin gelişimi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Özellikle, kolin içeren gliserofosfolipidler, iyon geçirgenliğini, akışkanlığını ve yetişkin beyninin dinamik zarının uygun ortamını sağlayarak beyin biliş ve kavrayış özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Zeisel, 2004; Gille, 2011.) Bu işlevler çocuklar, yaşlanmakta olan bireyler ve özellikle Alzheimer hastaları için çok önemlidir. Ayrıca, gliserofosfolipidlerin kolesterol metabolizması üzerinde önemli etkileri olduğu düşünülmekte olup bu etkilerin mekanizması halen tam olarak açıklanamamıştır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, yüksek fosfolipid içeren bir diyetin, serum toplam kolesterol, HDL olmayan kolesterol ve trigliserit (TG) seviyelerinde önemli azalmaya sebep olduğu saptanmıştır (Jiang, 2001; Gille, 2011).

Bazı SYGM proteinlerinin insan organizmasında çeşitli kanser türlerinin oluşum riskini azalttığı düşünülmektedir. Bu proteinlerden FABP proteinleri hücre içi göğüs kanseri oluşumunu inhibe etmekte; BRCA1 ve BRCA2 proteinleri ise DNA onarımında etki göstermektedir. BRCA 2’nin ur baskılayıcı (onco-supressor) özelliğinin yanısıra hücre bölünmesini kontrol edici işlevi de kanser önlemede önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır (Daniels vd., 2004). Glukuronidaz inhibitör proteini bazı bağırsak bakterilerinde bulunmakta olup glukunoritlerin degradasyonunda etkili olmaktadır. Glukunoritlerin degradasyonu sonucu bazı potansiyel toksinler serbest kalmakta olup sonuçta kanser oluşum riski ortaya çıkmaktadır. Glukuronidaz inhibitör proteini bu riski engellediği için önem taşımaktadır (Spitsberg vd., 2005). Özet olarak SYGM spesifik

proteinlerinin kanser engelleme özelliği pek çok araştırmada belirtilmiş olup elde edilen verilerin çok sayıda klinik çalışmayla desteklenmesi gerekmektedir.

Bazı SYGM proteinlerinin anti-bakteriyel etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ksanthine dehidrogenaz/oksidaz (XDH/XO) proteininin etkili anti-mikrobiyel bileşenler içerdiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Bu proteinler sadece SYGM yapıda değil gastrointestinal hücrelerde de bulunmaktadır ve fonksiyonellikleri reaktif oksijen türlerinin yapısına bağlı olmaktadır (Dewittink vd., 2008). Süperoksit ve hidrojenperoksit bazı patojen bakterileri inaktif edebilmektedir. Bu SYGM ve bağırsak proteini aynı zamanda inorganik nitriti her ikisi de anti-bakteriyel olan nitrikoksit ve peroksinitrite indirgemektedir. Bunun yanısıra XDH/XO proteini, sütteki laktoperoksidaz sistemini aktive ederek ya da hidrojen peroksit oluşturarak *Staphylococcus aureus* ve *Escheria coli*'yi inhibe etmektedir (Harrison, 2004; Martin vd., 2004). Diğer taraftan MUC1 ve bazı SYGM glikoproteinlerinin *Helicobacter pylori* ve *Escherichia coli*'nin midedeki kolonizasyonunu inhibe ettiği saptanmıştır (Conway vd., 2014a).

Bazı SYGM proteinlerinin koroner kalp hastalıklarına (CHD) etkisi hakkındaki epidemiyolojik bir çalışmada, koroner kalp hastalıklarından ölüm riskinin yayık altı suyu tüketimi ile azaltılabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar hipotezlerini yayık altının SYGM bileşenlerinin koroner kalp hastalığını baskılayabileceği hipotezi üzerine dayandırmışlardır. Sonuç olarak sığır SYGM proteinlerine karşı olan antikorlar membrandaki CD36 proteinine bağlanmaktadır. Bu yapı biyokimyasal ve immünolojik olarak kalp damar içi duvarlarında daralma yapan etkilere karşı oldukça hassas olup bu etkiyi engelleyici potansiyele sahip olmaktadır (Moss & Freed, 2003). Ancak bu hipotezin doğrulanması için daha çok klinik araştırma yapılması gerekmektedir.

Multiple Sclerosis (MS) merkezi sinir sistemini etkileyen bir otoimmün hastalığıdır. Merkezi sinir sistemindeki kronik iltihaplanma sinir hücrelerinde (nöronlar) miyelin kaybına (demyelinasyon) neden olmaktadır. Bu durum sinir hücrelerinin etrafını çevreleyen miyelin kılıflarının hasar görmesi olarak tanımlanmaktadır. Böylece sinir uyarılarının iletiminde aksamalar ortaya çıkmaktadır. MS hastalığının gelişiminde

genetik ve çevresel faktörler etkili olmaktadır (Dewittink vd., 2008). Bazı araştırmacılar MS gelişiminde süt ve yayık altı suyu bazlı SYGM bileşenlerinin terapotik etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Bu hipotez BTN adlı glikoprotein nörödejeneratif etkiyi azaltacağına ve böylece MS hastalığının olumlu bir seyir izlemesine katkıda bulunacağı düşüncesine dayandırılmaktadır (Gille, 2011).

Yayık altı suyunda bulunan kazeinin anti-oksidan etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Cervato vd., 1999; Gille, 2011). Oksidasyon başta enerji üretimi olmak üzere insan organizmasında önemli işlevleri olan bir prosestir. Oksidasyonun hücrede aşırı ilerlemesi reaktif oksijen türlerinin (ROS) miktarında artışa ve biyolojik moleküllerin hasar görmesine neden olmaktadır. ROS'un kalp-damar hastalıkları, kanser, diyabet ve yaşlanma gibi önemli durumlarda tetikleyici işleve sahip olduğu ve fiziksel egzersiz, stres, travma, inme ve enfeksiyon direncinin de bir fonksiyonu olduğu bilinmektedir (Gille, 2011). Kanda ROS seviyesinin artması oksidatif stres olarak tanımlanmakta olup sağlıklı bireyler oksidatif stresi azaltmak için glutation, ubikinol ve ürik asit gibi çeşitli fizyolojik mekanizmalar ve enzimler gibi yaşamsal kaynaklara sahip bulunmaktadır (Karakaya vd., 2001). Öte yandan kazein gibi bazı gıda bileşenleri de oksidatif stresi azaltıcı etkiye sahiptirler. Kazein molekülünde lokalize olmuş fosfatların bu etkiden sorumlu olduğu düşünülmektedir (Cervato vd., 1999; Gille, 2011).

Buna bağlı olarak kazein miselleri porfirin halkası içermeyen demire bağlanabilmektedir. Bu halka yapı (non-heme iron) ROS bileşenlerinin üretiminde işlevsel olup misellerin dış kısmından serbest kalan inorganik fosfat ile ya da kazeindeki fosfoserin rezidüleri ile etkileşime girmektedir. Kazein ve ondan elde edilen peptidlerin gıdalarda enzimatik ve enzimatik olmayan lipid peroksidasyonunu engelleyici etkisi çeşitli araştırmalarda yer almaktadır (Wong & Kitts, 2003). Serbest yağ asidi radikalleri için fosfor içeren protein ve peptidlerin en önemli hedef olduğu tahmin edilmektedir (Rival vd., 2001). Bu sürecin gerçekleşmesinde kazein kökenli peptidlerin primer yapısı anti-oksidan aktivitenin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Amino asit diziliminin yanısıra çeşitli peptid bağlarının varlığı, yapısal üç boyutlu düzenlemeler ve peptidlerin hidrofobikliği de anti-oksidan aktivite üzerinde etkilidir. Bu sebeple kazeinatlar gıda endüstrisinde meyve ve sebzelerde oksidatif kahverengileşmeyi

engellemek amacıyla kullanılmaktadır (Gille 2011). Kazein'in sağlık üzerine etkileri aşağıda özetlenmektedir (Pedersen vd., 2000; Pupovac vd., 2002; Kanwar vd., 2009; Phelan vd., 2009).

1. Biyoaktif peptit içeriğinde artış
2. Amino asit oksidasyonu ve protein sentezinde artış
3. Lp(a) konsantrasyonunda azalma ve lipoksijenaz kaynaklı oksidasyonunu engelleme
4. İştahı baskılama
5. Anti-hipertansif, bağışıklık sistemini düzenleyici etki ve serbest radikalleri temizleyici
6. Diş minesinin daha fazla ve yeniden mineralizasyonu,
7. Antimikrobiyel etki
8. Anti-trombotik etki
9. ACE inhibe edici-tansiyon düşürücü etki
10. Opioid antagonist etki
11. Anti-obesite, toksin bağlama etkisi
12. İmmüno-stimlasyon, opioid, ACE inhibe edici etki

Hayvan ve insan üzerinde yapılan bir dizi çalışmayla kazeinin kan basıncını düşürücü etkisi net bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Bu etkinin anjiyotensin dönüştürücü enzimin (ACE), kazokinin denilen kazein kökenli peptidler tarafından inhibe edilmesiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. ACE enzimi renin-anjiyotensin sistemine ait olup kan basıncının düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu enzimin inhibisyonu yüksek kan basıncı tedavisinde en önemli hedef kabul edilmektedir (Pal & Ellis, 2009).

Yapılan bir çalışmada düzenli yayık altı suyu tüketiminin hiperkolesteromi hastalarının kan basıncı değerlerine olan etkisi araştırılmış ve sonuçta hastaların sistolik kan basıncının 2.6 mm Hg ($P = 0,009$), arteriyel kan basıncının ise 1.7 mm Hg ($P = 0,015$) düzeyinde düşürüldüğünü belirlemişlerdir (Convay vd., 2014)

2.2.4. Yayık altı suyunun peynir üretiminde kullanımı

Önemli besinsel özellikleri, sifıra yakın maliyeti, yağsız süte benzerliği, duysal ve emülsifiye edici özelliklerinin yanı sıra insan sağlığına olumlu etkileri nedeniyle yayık altı suyu, fonksiyonel özelliklere sahip yenilikçi gıdaların geliştirilmesi için uygun bir yan üründür (Vanderghem vd., 2010). Son yıllarda yayık altı suyunun peynir üretiminde kullanımı ile ilgili çalışmalar artmaktadır. Yayık altı suyunun fosfolipid içeriği ile çeşitli gıda sistemlerinin fosfolipid içeriği arttırılabilmektedir. Örneğin az yağlı Ceddar peyniri üretiminde yayık altı suyu kullanımının peynir verimini önemli ölçüde arttırdığı ancak yapı ve tatta önemli değişiklikler ortaya çıktığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar fosfolipidlerin yüksek su tutma kapasiteleri ile ilişkilendirilmekte olup, araştırmacılar peynire eklenecek yayık altı suyu miktarının dikkatle hesaplanması gerektiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca peynire işlenecek süte katılacak yayık altı miktarı için 1 lt süte karşılık 1 gr dan daha düşük miktarda fosfolipid içeriğinin son üründe tat ve tekstür değişimine neden olmadığı bildirilmiştir (Turcot vd., 2001). Başka bir çalışmada araştırmacılar peynire işlenecek süte %5 seviyesinin altında ultra-filtre edilmiş yayık altı suyu katılmasının son üründe tat ve tekstürde olumsuz etki göstermediğini bildirmişlerdir (Mistry vd., 1996).

Bahrami vd. (2015) taze yayık altı suyunu farklı oranlarda eritme peynirlerine ilave ederek optimum kaliteye sahip peynirin hangi oranda elde edilebileceğini araştırdıkları çalışmada %25 ve üzeri taze yayık altı suyu içeren eritme peyniri örneklerinde duysal beğenin en az olduğunu, ancak bu oranlarda kullanılan yayık altı suyu peynirlerinin randımanının diğerlerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar yayık altı suyunun peynirlerde ideal kullanım aralığını %20-25 olarak belirtmişlerdir.

Diğer taraftan az yağlı Ceddar peyniri üretiminde yayık altı suyu kullanımının, fosfolipidlerin yüksek su tutma kapasiteleri sayesinde tekstürü iyileştirdiği bildirilmiştir (Raval & Mistry, 1999; Turcot vd., 2001).

Genel olarak yayık altı suyunun önemli fonksiyonel özelliği emülsifiye edici etki olarak ön plana çıkmıştır. Ayrıca yayık altı suyunun köpük oluşturma kapasitesi yağsız süte

göre çok daha düşüktür. Bu durumun fosfolipid-protein interaksiyonlarının anti-köpük etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Wong & Kitts, 2003).

Yayık altı suyunun peynir matriksinde önemli etkileri bulunmaktadır. Ceddar ve Gouda gibi sert peynir formülasyonlarında az yağlı sütler kullanıldığında bile sütteki yağ miktarından dolayı istenen sertlik seviyesine ulaşılamamaktadır. Böyle durumlarda genellikle yağsız süt, yağ seviyesini ayarlamak için sisteme katılmaktadır. Çeşitli uygulamalarda taze yayık altı suyu sert peynirlerde yağsız süt ikamesi olarak kullanılabilir. Taze yayık altı suyu ilave edildiğinde yüksek yağ globül membran materyali (fosfolipidler gibi) sert peynirde istenmeyen yumuşak yapı oluşumuna sebep olabilmektedir. Ancak taze yayık altı suyunun belli bir dereceye kadar bileşime katılmasının Ceddar peynirlerinde istenilen sertlik seviyesine ulaşmayı sağlayabileceği belirtilmektedir (Joshi vd., 1994).

Ultrafiltre edilmiş taze yayık altı suyunun az yağlı Ceddar peynirlerinde kullanımına yönelik olarak yapılan başka bir çalışmada araştırmacılar ultrafiltre edilmiş taze yayık altı ilavesinin kontrol grubuna kıyasla istenen yapı ve sertlikte ürün elde edilmesini sağladığını belirtmişlerdir (Mistry, 2001). Aynı şekilde süte %5 oranında ultrafiltre edilmiş taze yayık altı suyu ilave edilerek az yağlı Ceddar peyniri üretilmiş ve bu peynirlerin (%14,5 yağlı) kontrol grubuna kıyasla daha az yağ içerdiği (%15,1 yağ) saptanmıştır (Raval & Mistry, 1999).

Yayık altı suyu, peynir, yoğurt ve çikolata gibi pek çok gıdanın fonksiyonel bileşeni olarak kullanılmaktadır (Govindasamy-Lucey vd., 2006, Morin vd., 2008). Pek çok bilimsel çalışmada ultrafiltre ya da konsantre edilmiş yayık altı suyunun peynir üretiminde etkisinin incelendiği görülmektedir (Poduval & Mistry, 1999; Raval & Mistry, 1999; Govindasamy-Lucey vd., 2006). Tüm bu araştırmalarda ticari yayık altı sularının üretimi sırasındaki pastörizasyon, fermentasyon, evaporasyon ve sprey kurutma gibi etkili proses koşullarının yayık altı suyunun fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinde önemli etkisi olduğu düşünülmektedir (Morin vd., 2008).

Yapılan benzer bir çalışmada ultrafiltre yayık altı suyu, yağı azaltılmış Mozarella peynirinde kullanılmıştır (Poduval & Mistry, 1999). Taze yayık altı suyunun %30–40 oranlarında tam yağlı sütle ikame edildiği başka bir çalışmada Cottage peynirinde daha iyi aromalı yumuşak bir peynir üretildiği belirlenmiştir (Shodjaodini vd., 2000). Başka bir çalışmada Gokhale vd. (1999) taze yayık altı suyunu %25'e kadar ilave ettikleri eritme peynirlerinde rutubet değerinin düştüğünü ve peynir kompozisyonunda önemli bir değişim olmadığını saptamışlardır. Konsantre yayık altı suyu üzerine yapılan çalışmalarda bu bileşenin eritme peyniri ve benzeri pek çok sütçülük ürünüde başarılı bir katkı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Poduval & Mistry, 1999).

Asitle pıhtılaştırılan (sitrik asit gibi) Paneer peynirinin (Hint peynir çeşidi) üretimi öncesinde standardizasyon yağsız süt ile gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmalarda standardizasyon aşamasında süte yağsız süt yerine belli oranlarda taze yayık altı suyu eklenmesinin, tekstür ve duyuşal özelliklerde bir kayıp yaşanmaksızın peynir randımanını arttırdığı (%1 kadar) saptanmıştır (Patel & Gupta, 2008). Ayrıca kızartmalık olarak üretilen Paneer'lerde süte %10 yayık altı suyu ilavesinin üründe kızartma aşamasındaki yağ emilimini arttırdığı ve kontrol grubuna kıyasla son üründe daha yumuşak bir tekstür oluşmasını sağladığı görülmüştür (Sharma vd., 1998). Yayık altı tozu, "Dahi" denilen bir Hint süt ürünüde ve bir Hint tatlısı olan "Chhana"da önemli oranda olumlu etkileri ile kullanılmaktadır (Patel & Gupta, 2008).

Peynirde süt yağı, enerji kaynağı olmasının yanı sıra tekstür, fonksiyonel ve teknolojik özellikler ile lezzet ve aroma açısından önemli rol oynamaktadır. Süt yağı, tam yağlı peynirde toplam kurumaddenin yaklaşık yarısını oluşturduğu için, peynir randımanını artırmaktadır Yağ içeriğinin azaltılması, peynirin duyuşal ve fiziksel özelliklerinde olumsuz etkiye neden olmasının yanı sıra, düşük peynir randımanı ve yavaş olgunlaşma gibi nedenlerden dolayı ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir (Varnam & Sutherland, 1994). Yağsız ya da yağı azaltılmış peynirlerde en çok görülen kusurlar; peynir sertliğinin artması, elastik doku oluşması, yavan, acı ve yabancı lezzet algılanması ve istenmeyen renk kusurlarının gelişimidir (Mistry, 2001; Fenelon & Guinee, 2000). Peynirde yağın azaltılması ile oluşan kusurların önlenmesi için; üretim prosesinde değişiklik yapılması, yardımcı kültürler ve enzimler ile proteoliz ve

lipolizin desteklenmesi, protein ya da karbonhidrat kaynaklı yağ ikame maddelerinin kullanımı ve nemin artırılması önerilmektedir (Mistry, 2001; Mohamed vd., 2015; Aydinol & Ozcan, 2018).

Pek çok çalışmada yayık altı suyu ile üretilen peynirlerin kontrol grubuna kıyasla %3-5 daha fazla rutubet içerdiği ortaya konulmuştur (Turcot vd., 2001; Govindasamy-Lucey vd., 2006; Morin vd., 2007). Yayık altı suyundaki fosfolipidler ya da SYGM partiküllerinin yayık altı suyu ile üretilen peynirlerdeki yüksek rutubetin sebebi olduğu düşünülmektedir ancak bunu kesin olarak açıklayan bir mekanizma ortaya konulamamıştır (Morin vd., 2007). Bir hipoteze göre yayıklama öncesinde kremaya uygulanan ısı işlem, yayık altı suyuna geçen peynir altı suyu proteinlerinde ciddi denatürasyona sebep olmakta, bu da yayık altı suyu katılmış peynirlerde daha zayıf pıhtı ve dolayısıyla daha yüksek rutubet oluşumuna neden olmaktadır (Govindasamy-Lucey vd., 2006; Morin vd., 2007). Bir çalışmada peynire işlenecek süte %50 oranında yayık altı suyu ilavesinin son üründe aşırı yapışkan ve nemli bir yapıya sebep olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle yayık altının peynirlere işlenecek süte daha sınırlı miktarlarda eklenmesi tavsiye edilmektedir (Morin vd., 2008).

Shrestha vd. (2015) yayık altı suyunun Güneydoğu Asya'nın Tibet ve Himalaya bölgelerinde tüketilen yöresel bir peynir çeşidi olan "Chhurpi" üretiminde kullanımı üzerinde yaptıkları çalışmada yayık altı suyunu farklı oranlarda yağsız süt/yayık altı suyu kombinasyonlarında denemişlerdir. Çalışmalarında yağsız süt/yayık altı suyu oranlarını 70°C'de 0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 ve 100:0 olarak modelleyen araştırmacılar pıhtılaşmayı %2'lik tartarik asit ile pH 5,3'de sağlamışlardır. Yağsız süt/yayık altı suyu oranı, 0:100 olan formülasyonun kontrol grubu hariç en iyi formülasyon olduğunu ve gruplar arasında tat, tekstür ve çiğneme özellikleri açısından anlamlı bir fark olmadığını saptamışlardır. Araştırma sonucunda süt endüstrisi atığı olan yayık altı suyunun Chhurpi peynirlerinde kullanılmasının atık değerlendirme ve katma değeri olan ürün üretme noktasında bir gereklilik olduğunu vurgulamışlardır.

Hickey vd. (2017), yayık altı tozu kullanımının Ceddar peynirlerinin fosfolipid miktarı üzerine önemli miktarda artış sağladığını, %10 yayık altı tozu ilavesinin, daha yüksek

fosfolipid, nem, pH ve tuz içeriği ile daha düşük yağ, pH 4,6'da çözünen azot miktarı ve daha düşük serbest amin oasit miktarı ortaya çıkmasını sağladığını tesbit etmişlerdir. Diğer taraftan yayık altı tozu ilavesinin daha gözenekli peynir mikroyapısı ve artan yağ globül bütünleşmesi, artan serbest yağ bileşenleri ve rutubet ile azalan protein, toplam yağ ve pH değerlerinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak sıvı ya da toz yayık altı suyu kullanımının yeni peynir çeşitleri üretimine olanak sağlarken tüketici sağlığına olumlu etkilerinden dolayı tavsiye etmişlerdir.

Benzer şekilde Hickey vd. (2018) yayık altı tozu veya yayık altı suyu kullanımının Ceddar peynirlerinin fonksiyonel, tekstürel, duyuşal ve uçucu aroma bileşen karakteristikleri üzerine yaptıkları çalışmada süte pastörizasyon aşamasında doğrudan katılan yayık altı suyunun kontrol grubuna kıyasla daha yumuşak ve akışkanlık özelliği önemli ölçüde azalmış bir peynir, daha geniş serbest yağ kümeleri, daha yüksek serbest yağ asidi değeri ve uçucu bileşen miktarı, bazı istenmeyen aroma bileşenlerinin varlığına bağlı olarak duyuşal profilde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan yayık altı tozu ilavesinin ise peynir sertliği üzerinde önemli bir etkisi görülmezken peynir akışkanlığını önemli ölçüde düşürdüğü saptanmıştır. Telemeye %10 yayık altı tozu ilavesinin uçucu bileşen miktarında önemli artışa neden olduğu; bunun telemenin haşlanması sırasında proteoliz ve ısı işlemin bir etkisi sonucu gerçekleştiği sonucuna varmışlardır. Duyuşal değerlendirme sonucu %10 yayık altı tozu peyniri ile kontrol grubu peynirler arasında çok az farklılık tespit edilirken yayık altı suyu peynirleri istenmeyen aroma bileşenlerinin varlığına bağlı olarak ortaya çıkan ekşimsilik ve ahır kokusu gibi negatif puanlar almıştır. Telemeye %10 yayık altı tozu ilavesi sonucu elde edilen peynirlerde uçucu bileşen miktarlarında kontrol grubuna kıyasla bazı önemsiz farklar görülse bile benzer duyuşal ve yapısal karakteristiğe sahip peynirler üretilmiştir. Yayık altı suyu ilavesinin peynirde rutubet içeriğini artırması muhtemelen yayık altı içeriğinde bulunan amfipolar fosfolipidlerden ve denatüre peyniraltı suyu proteinlerinden kaynaklanmaktadır. Denatüre peyniraltı suyu proteinleri κ -kazein ile etkileşime girerek serum ayrılmasını olumsuz etkileyen peyniraltı suyu-kazein kompleksi oluşumuna neden olmaktadır. Peynir mayasının pıhtılaştırıcı etkisi bu kompleks yapı üzerine daha sınırlı olduğundan pıhtılaşma süresinde artışa neden olduğu belirtilmektedir (Hickey vd., 2018).

Govindasamy-Lucey vd. (2007), koyulaştırılmış tatlı yayık altı suyunun pizza peynirlerinde teleme sıklılığını azalttığını, protein ve yağ içeriğini düşürdüğünü, peynir verimini arttırdığını ve akışkanlık özelliğini azalttığını belirtmektedirler. Morin vd. (2008)'da rutubet, protein ve yağ içeriğine yönelik benzer sonuçlara ulaşmış olmalarına rağmen pizza peyniri randımanında herhangi bir artış saptamamışlardır. Kifah vd. (2014) koyulaştırılmış tatlı yayık altı suyunu krem tipi eritme peyniri üretiminde denemişler ve depolama süresi uzadıkça duysal özelliklerin iyileştiğini ve eriyebilirlik özelliğinin azaldığını saptamışlardır.

Turcot vd. (2002) az yağlı süte konsantre yayık altı suyu ilavesiyle elde ettikleri Mozarella peynirinde benzer şekilde rutubet artışı ile birincil proteoliz artışına bağlı olarak da acı/ransid tat gelişimi saptamışlardır. Romeih vd. (2012) ile Martinovic vd. (2013) az yağlı Ceddar peyniri üretiminde yayık altı suyu tozunu ve yağsız süttozunu karşılaştırdıkları çalışmalarında yayık altı suyu tozu ile üretilen Ceddar peyniri matriksinde kontrol grubu peyniri olan yağsız süttozu ile üretilen peynirlere göre daha düzgün ve homojen bir protein ağı, daha küçük gözenekler ile yağ globüllerinin daha düzgün dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir.

Morin vd. (2007) ise yaptıkları çalışmada yayık altı suyu ve önemli bileşeni olan SYGM'nin mikro yapı ve bileşim üzerine etkisini proses koşullarının (pastörizasyon, sprey kurutma, evaporasyon) etkisi ile araştırmışlardır. Araştırmacılar yayık altı suyundan izole edilen SYGM bileşimini de karakterize ettikleri çalışmada krema pastörizasyonunun yayık altı suyunda daha yüksek bir yağ geri kazanımına sebep olduğunu, yayık altı suyunun sprey kurutma sürecinde fosfolipid içeriğine ve bileşimine önemli etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Sprey kurutma sonrası yayık altı suyunun fosfolipid içeriğinin %38-40 azaldığını, kremanın pastörizasyonunun aynı zamanda peynir altı suyu proteinlerinin geri kazanımında artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Yayık altı suyuna uygulanan endüstriyel işlemlerin de yayık altı suyunun mikro yapısında ciddi anlamda heterojeniteye sebep olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Kaşar peyniri üretiminde kullanılan inek sütü Bursa ili İnegöl ilçesine bağlı köylerden tedarik edilmiş olup, üretim İnegöl’de bulunan Özseymenler Gıda ve Süt Ürünleri firmasına ait işletmede gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan ve sprey kurutma ile üretilen yayık altı tozu ve hammaddesi olan yayık altı suyu Enka Süt ve Gıda A.Ş. (Konya) firmasından, starter kültür (CH 351) Maysa (İstanbul) firmasından, Fermento 220 peynir mayası ise İntermak (Konya) firmasından sağlanmıştır. Üretilen kaşar peynirlerinin ambalajlanması için Beta Pak marka vakum ambalaj makinesi; ambalaj materyali olarak da 360 µm kalınlığında polietilen gıda ambalajı kullanılmıştır. Kaşar peyniri üretimine geçilmeden önce laboratuvarında yayık altı tozu ve yayık altı suyunun bileşim analizleri gerçekleştirilmiştir. Kaşar peyniri üretiminde sadece yayık altı tozu kullanılmış olmasına rağmen kullanılan toz yayık altının hammaddesi olan yayık altı suyu da fonksiyonel bileşiminin belirlenmesi ve su-toz bileşimindeki değişimlerin gözlemlenmesi için firmadan tedarik edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Yayık altı tozu tedarikinden sonra ana üretimde kullanılacak uygulama prosedürlerini ve katılacak yayık altı tozu oranlarını belirlemek amacıyla farklı deneme üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu üretimlere göre en uygun tekstürel ve duyuşal sonucu veren üretim prosedürleri optimize edilmiş, kullanılacak yayık altı tozu oranları %2,5, %5,0 ve %7,5 olarak belirlenmiştir. Peynir üretiminde öncelikli olarak Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nin (2015/6) öngördüğü yağ oranlarına göre yağ standardizasyonu ve üretim optimizasyonu yapılmış olup 3 farklı yağlılık oranında (tam yağlı, yarım yağlı ve az yağlı) peynirler üretilmiştir (Anonim, 2015). Tam yağlı kontrol grubu peynirlere ise yayık altı tozu ilave edilmemiş olup bu gruptaki peynirler diğer gruplarla karşılaştırma yapabilmek ve yayık altı tozunun etkilerini daha net görebilmek adına üretilmiştir. Yarım yağlı ve az yağlı peynir gruplarına yukarıda açıklandığı şekilde 3 farklı oranda (%2,5, %5,0 ve %7,5) yayık altı tozu ilavesi ile üretim gerçekleştirilmiştir. Kaşar

peyniri üretimi Çizelge 3.1’de belirtilen deneme desenine göre ve Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nin (2015/6) belirlediği sınırlar çerçevesinde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Kaşar peyniri üretimi

Peynir üretimi için işletmeye kabul edilen çiğ süt pastörize edildikten sonra (65 °C’de 30 dk) krema separatörüne alınmış ve %0,8 yağ oranına ulaşıncaya kadar yağı ayrılmıştır. Elde edilen yağsız süt 42-45 °C’ye ulaşıncaya kadar soğutulmuş ve bu sıcaklığa ulaştığında starter kültür ilavesi (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* supsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* ticari kültürü) yapılarak iyice karıştırılmıştır. Sonrasında 1 saatlik inkübasyona bırakılan sütün sıcaklığı 31-35 °C’ye geldiğinde ön denemelerle miktarı hesaplanmış ve hazırlanmış olan peynir mayası ilave edilerek 1 saat pıhtılaşmaya bırakılmıştır. Pıhtılaşma sonunda teleme tankında bulunan döner bıçak sistemi ile pıhtı kesimi sonrasında oluşan peynir altı suyu, drenaj sistemi ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Geride kalan pıhtı ise haşlama-yoğurma tankına aktarılmıştır. Burada pıhtıya 70 °C’de kuru haşlama ve yoğurma işlemleri eş zamanlı olarak uygulanmıştır. Haşlama-yoğurma tankında analizler için ihtiyaç duyulan ve önceden hesaplamalarla belirlenen son ürün miktarına göre peynir pıhtısı 9 eşit parçaya ayrılmış ve ilk ayrılan kısım KA 0 (az yağlı) grubu olarak krom kalıplara yerleştirilmiştir. Sonrasında kalan pıhtı kütlesi tartılarak sırayla %2,5 (KA 2,5), %5,0 (KA 5) ve %7,5 (KA 7,5) oranında yayık altı tozu ve ön denemelerle miktarı belirlenmiş olan tuz miktarı tartılan pıhtıya oranlanarak ilave edilmiştir. Geride kalan pıhtı kütlesine ağırlığına göre yarım yağlı peynir grubu (KY 0) üretimi için hesaplanan miktarda önceden ayrılmış süt kreması ilave edilerek haşlama yoğurma tankında 1 dakika orta devirde karıştırılmıştır. Sonrasında yeniden sırayla %2,5 (KY 2,5), %5,0 (KY 5) ve %7,5 (KY 7,5) oranında yayık altı tozu ve tuz ilave edilerek karıştırma işlemine birkaç dakika daha devam edilmiştir. Peynir hamuru üniform bir yapıya ulaştığında elde edilen yarım yağlı peynir grupları da krom kalıplara yerleştirilmiştir. Son aşamada geride kalan pıhtının 1/9’luk kısmına da Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre hesaplanan yağlılık seviyesine uygun şekilde önceden hazırlanmış süt kreması ilave edilerek tam yağlı kontrol peynir grubu (KT 0) elde edilerek krom kalıplara yerleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra 18 saatlik dinlendirme ve arada da

kalıplardaki peyniri eşit ve homejen renk oluşumu için alt üst etme işlemi sonrası kaşar peynirleri kalıplardan çıkarılarak kesilmiş ve ambalajlama aşamasına geçilmiştir. Vakum ambalajlama hattında polietilen malzeme ile ayrı ayrı paketlenmiş olarak ambalajlanan peynirler belirlenen kodlar ile etiketlenmiştir (Çizelge 3.1.). Elde edilen her grup kaşar peyniri ayrı kolilere konularak $+4\pm1$ °C'deki soğuk hava deposuna aktarılmış ve ertesi gün bütün peynir gruplarından ihtiyaç duyulan miktar alınıp 1. gün analizlerine tabi tutulmuştur. Aynı şekilde soğuk depolama ile olgunlaşma için bekletilen peynirlere 30., 60. ve 90. günlerde fiziksel, biyokimyasal, tekstürel ve duyu analizler uygulanarak olgunlaşma boyunca ortaya çıkan değişimlerin izlenmesi amaçlanmıştır. Kaşar peynirlerinin üretim şeması Şekil 3.1.a ve b'de açıklanmaktadır.

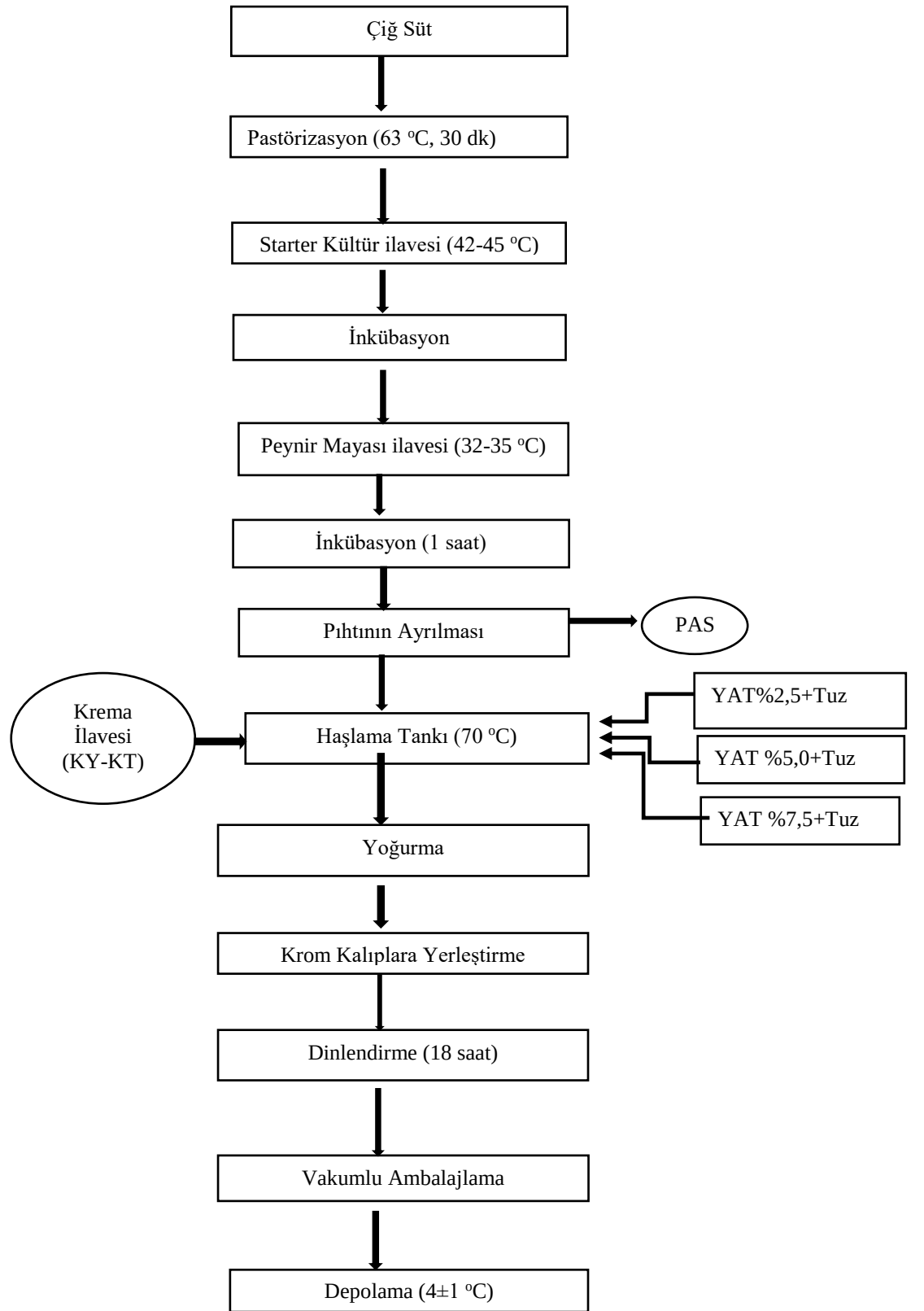
Çizelge 3.1. Farklı yağ oranlarına göre standardize edilen kaşar peynirlerine ait deneme deseni*

Peynir Çeşidi	Ürün Açıklaması	Depolama Süresi (Gün)			
		1	30	60	90
KT	Tam yağlı kaşar peyniri ($45 \leq \text{Süt yağı}$)				
KY	Yarım yağlı kaşar peyniri ($25 \leq \text{Süt yağı} \leq 45$)				
KA	Az yağlı kaşar peyniri ($10 \leq \text{Süt yağı} \leq 25$)				
KT 0	Yayık altı tozu içermeyen tam yağlı kaşar peyniri				
KY 0	Yayık altı tozu içermeyen yarım yağlı kaşar peyniri				
KA 0	Yayık altı tozu içermeyen az yağlı kaşar peyniri				
KY 2,5	%2,5 yayık altı tozu içeren yarım yağlı kaşar peyniri				
KY 5,0	%5 yayık altı tozu içeren yarım yağlı kaşar peyniri				
KY 7,5	%7,5 yayık altı tozu içeren yarım yağlı kaşar peyniri				
KA 2,5	%2,5 yayık altı tozu içeren az yağlı kaşar peyniri				
KA 5,0	%5 yayık altı tozu içeren az yağlı kaşar peyniri				
KA 7,5	%7,5 yayık altı tozu içeren az yağlı kaşar peyniri				

*Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği No: 2015/6 referans alınmıştır.



Şekil 3.1a. Kaşar peynirlerinin üretimi



PAS: Peynir altı suyu, YAT: Yayık altı tozu

Şekil 3.1b. Kaşar peynirlerine ait üretim akış şeması

3.2.3. Kaşar peynirlerinde fiziksel ve biyokimyasal analizler

pH tayini

Kaşar peynirlerinin pH değerleri, WTW İmolab model pH-metre (Almanya) ile belirlenmiştir. Standart tampon çözeltilerle (pH: 4 ve pH: 7 tamponları) kalibre edilen cihazın probu doğrudan rendelenmiş ve oda sıcaklığına gelmiş olan peynir kitlesine daldırılarak okuma yapılmış ve cihazın ekranında sabitlenen değer pH değeri olarak kaydedilmiştir (AOAC, 2012).

Titrasyon asitliği tayini

İnce rendelenmiş 10 g kaşar peyniri örneği tartılarak santrifüj tüpüne aktarılmıştır. 3-5 mL damıtık su ve birkaç tane cam boncuk ilave edilerek boncuklu homojenizatör (Omni-A.B.D.) cihazında bulamaç haline getirilmiştir. 1 mL %1'lik fenolftalein indikatörü eklenip 0,1 M NaOH çözeltisi ile 5 saniye değişmeyen açık pembe bir renk meydana gelene kadar titre edilmiştir (AOAC, 2000a).

$$\% \text{ Asitlik} = [V \times M \times F \times 0.09] \times 100 / m$$

V: 0,1 M Sodyum hidroksitten harcanan miktar, mL

M: Sodyum hidroksitin molaritesi (M=0,1)

F: Sodyum hidroksitin faktörü

0.09: 1 ml 0,1 N NaOH'a karşılık gelen laktik asit miktarı, g

m: Örnek miktarı, g

Kurumadde tayini

Kaşar peynirlerinin kurumadde içeriği gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. İçinde 20 gr kum ve cam çubuk bulunan kurutma kapları 104±1 °C'lik etüvde 2 saat kurutulmuştur. Kapağı kapatılarak, desikatöre alınan kapların oda sıcaklığına kadar soğuması beklendikten sonra 0,1 mg hassasiyetle tartılmıştır. İnce rendeyeyle rendelenmiş kaşar peynirinden yaklaşık 3 g, 0,1 mg hassasiyetle tartılmıştır. Cam çubukla peynir ve kum karıştırılmış, bir miktar saf su konularak peynir rendelerinin kurutma kabına homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Sonraki aşamada kurutma kapları 104±1 °C'lik etüvde 3 saat kadar kurutulmuş ve kurutma sonrası 0,1 mg hassasiyetle tartılmıştır.

Sonra 1.5 saat kadar daha etüvde bekletilmiş ve soğutma sonrası yeniden 0.1 mg hassasiyetle tartılmıştır. Bu sonuçlar arasındaki kütle farkı 0.5 mg ve daha az oluncaya kadar işlem tekrarlanmıştır. Toplam kurumadde miktarı (KM), kütlece yüzde olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (AOAC, 2000b):

$$\% KM = (m_2 - m_0) \times 100 / (m_1 - m_0)$$

m_0 : Kurutma kabı kütlesi kapak, cam çubuk ve kum ile birlikte, g

m_1 : Kurutma kabı ve örneğin kurutmadan önceki kütlesi, g

m_2 : Kurutma kabı ve örneğin kurutmadan sonraki kütlesi, g

Yağ tayini

Kaşar peynirlerinde yağ tayini Gerber yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. İnce rendeyeyle rendelenmiş kaşar peyniri örnekleri bütirometre kadehçisine 0,005 g duyarlılıkla 3 g olarak tartılmıştır. Yoğunluğu 1,55 g/mL olan sülfirik asit, bütirometre boynundan gövdesinin 2/3'ünü kaplayana ya da kadehçik içindeki örnek, asitle kaplanana kadar ilave edilmiştir. Peynir çözünene kadar 65 °C'deki su banyosunda bekletilmiştir. Arada bütirometreler çalkalanarak peynirin erime ve dağılma süreci hızlandırılmış ve sonrasında üzerine 1 mL izoamilalkol ilave edilmiştir. Bütirometredeki asit seviyesi %35 skalasına gelecek şekilde asit ilave edilip (yoğunluk 1,55 g/mL) tıpa ile sıkıca kapatılmış alt üst edilerek bütirometre içeriği tamamen karıştırılmıştır. Bütirometre santrifüje yerleştirilip 55 °C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Bütirometre skalasından okunan değerden örneğin yüzde olarak yağ içeriği belirlenmiştir (AOAC, 2005a).

Tuz tayini

Tuz miktarının belirlenmesi Mohr yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Oda sıcaklığına gelmiş ve ince-homojen rendelenmiş kaşar peynirleri behere yaklaşık 5 g tartılmış, sıcak su ile iyice ezilmiştir. Sulu kısım 250 mL'lik balon jöjeye süzgeç kağıdından süzülerek aktarılmıştır. İşlem 5-6 kez tekrarlanarak örnekteki tuzun suya geçmesi sağlanmıştır. Balon içeriği soğutulularak saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bundan 25 mL bir erlene alınıp üzerine %5'lik 0,5 mL potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü damlatılmış, 0,1 N gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi ile kiremit kırmızı renk oluşuncaya kadar titre edilip sarfiyat kaydedilmiştir (AOAC, 2018).

$$\% \text{ Tuz} = 100 \times 0.00585 \times (V-V_0) \times F / m$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ çözeltisi miktarı, mL

V: Kör deneme için harcanan 0,1 N AgNO₃ çözeltisi miktarı, mL

F: Titrasyonda kullanılan 0,1 N AgNO₃ çözeltisinin faktörü

0,00585: 1 mL 0,1 N AgNO₃'a karşılık gelen NaCl miktarı, g

m: Örnek miktarı, g

Kül tayini

Önceden darası alınmış porselen krozelere ince rendeyeyle rendelenmiş kaşar peyniri örneğinden 3-5 g tartılmıştır. Üzerine az miktarda etil alkol eklenip bek alevinde kabaca yanması sağlanmıştır. Peynir parçaları tamamen yandıktan sonra krozeler 600 °C'deki kül fırınına konulup 6 saat bekletilmiştir. Tamamen yanma aşamasından sonra kütleye yüzde olarak aşağıdaki eşitlikten kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000c).

$$\% \text{ Kül} = [(M_2-M_1) / m] \times 100;$$

$$\% \text{ Kül KM'de} = [(M_2-M_1) / m] \times 100 \times 100 / \text{KM}$$

M₂ : Yakmadan sonraki kroze+ kül ağırlığı

M₁ : Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

M : Örnek ağırlığı,

KM: Kurumadde

Toplam azot ve toplam protein tayini

Toplam azot ve protein miktarı, mikro kjeldahl yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Protein yapısında bulunan maddeler yüksek moleküllü kompleks ve kararsız bileşimde olduklarından protein halinde tam olarak tayin edilememektedirler. Bu nedenle bütün proteinlerin ortak bir bileşeni olan ve miktarı tam olarak tayin edilebilen azot miktarı öncelikli olarak belirlenmektedir. Yöntemde analitik olarak organik azot ve amonyak birlikte tayin edilerek toplam azot, “Kjeldahl azotu” olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle peynirde bulunan organik azot sülfirik asitle (d: 95-97'lik) parçalanarak amonyağa dönüştürülmüştür. Amonyak, alkali ortamda, borik asit içine distile edildikten sonra miktarı titrasyon ile belirlenmiştir. Örnek, kjeldahl tartım kayıkçığı içerine 0,5-1 gr

kadar tartılmış ve yakma tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 20 mL derişik sülfirik asit, iki adet katalizör tableti ve 4-5 kaynama taşı konularak yakma işlemine başlanmıştır. İlk aşamada 150 °C’de 20 dk., ikinci aşamada 300 °C’de 30 dk ve son aşamada 420 °C’de 80 dk. olmak üzere üç aşamalı yakma prosesi yakma ünitesinde (Gerhardt) otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Yakma işleminden sonra distilasyon aşaması için her tüp distilasyon cihazının haznesine (Vapodest 45-Almanya) yerleştirilmiş, cihazda örnek üzerine 104 mL su, 141 mL sodyum hidroksit (%32) ilave ederek distilasyon gerçekleştirmiş, 105 mL borik asitte toplanan amonyak miktarı, 0,1 N sülfirik asit ile titrasyon yapılarak hesaplanmıştır. Kör için, tüp içinde örnek olmaksızın distilasyon ve titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Hesaplama için aşağıda verilen formül kullanılmıştır (AOAC, 1996):

$$\% \text{ Toplam azot (N) } = (V_1 - V_k) \times N \times 1.4007 / m$$

$$\% \text{ Protein } = \% N \times 6,38 \text{ (süt ve süt ürünleri faktörü)}$$

V_1 : Örnek için harcanan H_2SO_4 hacmi, mL

V_k : Kör deneme için harcanan H_2SO_4 hacmi, mL

N : H_2SO_4 ’in normalitesi m: Örnek ağırlığı, g

Suda çözünen azot tayini

Kuchroo ve Fox (1982)’de belirtilen yöntemin modifiye edilmiş haline göre suda çözünen azotlu maddelerin ayrılması prensibine göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 10 g kaşar peyniri örneği santrifüj tüpünde 40 mL distile su ile karıştırılıp birkaç tane cam boncuk ilave edildikten sonra boncuklu homojenizatör (Omni-A.B.D.) cihazında 1 dk. homojenize edilmiştir. Santrifüj tüpleri 40 °C’deki su banyosunda 1 saat bekletildikten sonra 3000 g’de ve +4 °C’de 1 saat santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımda toplanan yağlı kısım tüplerden uzaklaştırılmış, kalan sıvı kısım Whatman No:42 filtre kağıdından süzülüp filtrattan alınan 10 mL süzüntüye standart protein tayini prosedürleri uygulanmıştır.

$$\% \text{ Suda çözünen azot (w/w) } = [1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F] / m$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl , mL

V_0 : Kör denemede harcanan HCl , mL

N : HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : Örnek miktarı, g

Olgunlaşma katsayısı

Olgunlaşma katsayısı matematiksel olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Olgunlaşma Katsayısı} = \text{Suda eriyen azot} \times 100 / \text{Toplam azot}$$

Laktoz tayini

Laktoz miktarı, Lane Eynon yöntemi ile belirlenmiştir. Bunun için 60 g ince rendelenmiş kaşar peyniri 250 mL'lik ölçü balonuna aktarılarak üzerine 10'ar mL Carrez 1 ve Carrez 2 çözeltisi ilave edildikten sonra balon çizgisine tamamlanmıştır. Sonrasında 2 mL daha saf su eklenerek, 15 dakika durulmaya bırakılmış ve süzölmüştür. Süzöntüden 50 mL alınıp 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılmış ve çizgisine kadar saf su ile seyreltilmiştir. Bu çözelti daha sonra bürete doldurulup titrasyon yapılmıştır. Titrasyonda 5 mL Fehling A ve 5 mL Fehling B çözelti karışımı üzerine 15 mL kadar büretteki süzöntüden konularak bek alevi üzerinde kaynamaya bırakılmıştır. 2 dakika kaynatıldıktan sonra 2-5 damla metilen mavisi ilave edilip renk kırmızıya dönünceye kadar bek alevi üzerine büretteki süzöntü ile titre edilmiş ve harcanan miktar mL olarak kaydedilmiştir. Kaynamada 2 dakika dolmadan 2-3 damla metilen mavisi damlatılmış ve yukarıda hazırlanan süzöntü ile kaba olarak titre edilmiş ve harcanan miktar yaklaşık olarak kaydedilmiştir. İkinci titrasyonda bu kez şeker çözeltisinden ilk titrasyonda harcanan miktarın yaklaşık 0,5-1,0 mL eksiği kaynatmadan önce Fehling çözeltilerine ilave edilmiş ve böylece az bir miktar çözelti ile titrasyon tamamlandığından bitiş noktası daha duyarlı olarak tespit edilmiştir (AOAC, 2005b).

$$\% \text{ Laktoz} = M \times F \times (100 / a) \times (250 / V) \times (100 / n)$$

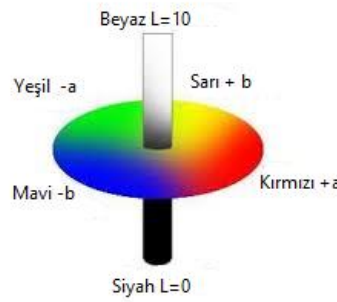
M : Titrasyonda sarf edilen mL'ye karşılık laktoz miktarı

F : Tanık deney düzeltme faktör

- b : Standart şeker çözeltisinden sarf edilen miktar (mL)
m : Standart çözeltinin 1 mL'sindeki invert şeker miktarı
a : İlk çözeltisinden sarf edilen miktar
n : Örnek miktarı, mL
V : 50 mL

Renk tayini

Kaşar peynirlerinin renk analizi Konica Minolta CR- 400 (Japonya) kromometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. CIELAB'ın üç koordinatından rengin açıklığını, $L^* = 0$ siyahı ve $L^* = 100$ beyazı; $-a^*$ kırmızı ve $+a^*$ yeşil arasındaki konumu; $-b^*$ maviyi ve $+b^*$ sarıyı ifade etmektedir. L^* , a^* ve b^* den sonraki yıldız işaretleri (*) $L^*a^*b^*$ 'yi Hunter Lab sisteminin koordinatlardan ayırt etmek için kullanılan bir semboldür. CIELAB sisteminde L^* , a^* ve b^* değerlerinin renk uzayındaki tanımı Şekil 3.2.'de gösterilmiştir (Anonim, 2008).



Şekil 3.2. CIELAB sisteminde L^* , a^* ve b^* değerlerinin renk uzayındaki tanımı

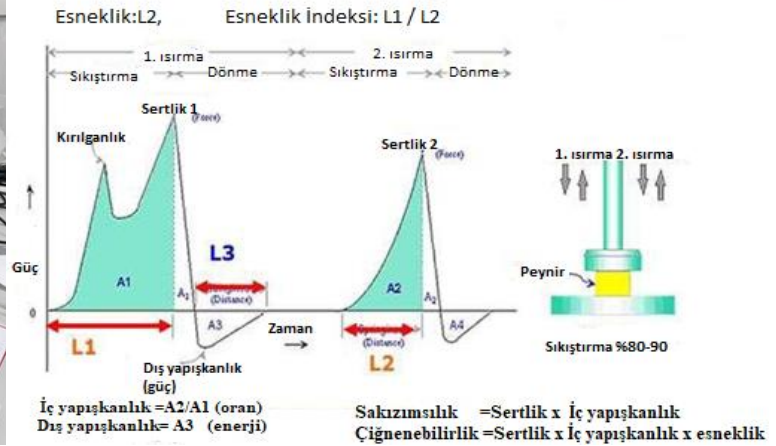
3.2.4. Kaşar peynirlerinde tekstürel analizler

Tekstürel özelliklerin değerlendirilmesi, Gutierrez-Mendez vd. (2013) tarafından tanımlandığı şekilde TA-XT Plus (Stable Micro Systems-İngiltere) markalı tekstür analiz cihazında 45 mm çapındaki silindirik ya da kübik örneklerde iki ısırma sıkıştırması (%25 sıkıştırma) yaparak gerçekleştirilmiştir. Bunun için peynir örnekleri kübik parçalar halinde (45 mm^3) kesilmiş, analizden önce 20 dakika oda sıcaklığında (25°C) bırakılmış ve her peynirde 3 ölçüm yapılmıştır. Cihazda bu amaçla kullanılan silindir prob cihaz kataloğunda P/1S olarak tanımlanmış olup sıkıştırma kuvveti 5 g,

başlangıç yüksekliği 2 cm ve test hızı 5 mm/s olarak uygulanmıştır. Analizde kullanılmış olan TPA cihazının görünümü ve TPA cihazı silindir probunda elde edilen analiz parametrelerinin grafiksel tanımlaması Şekil 3.3’de verilmiştir. TPA cihazında elde edilen tekstürel parametreler aşağıda sıralanmıştır:

Sertlik (Hardness): Peynir örneğine birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanırken; duyuşal açıdan bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırarak belirli bir deformasyon veya penetrasyon sağlamak için gerekli olan kuvvettir ve birimi kg, g veya N’dur (Baysal & Ozcan, 2020).

Dış yapışkanlık (Adhesiveness): Birinci sıkıştırma sonrasındaki negatif kuvvet alanı olan dış yapışkanlık, peynir ile peynirin temasta bulunduğu materyal yüzeyi arasındaki çekim kuvvetini kaldırmak için gerekli olan iştir ve birimi kgs, gs ve N’dur. Duyusal açıdan ise; dış yapışkanlık, damağa yapışmış olan gıda maddesinin dil ile ayrılabilmesi için gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir (Baysal & Ozcan, 2020).



A

B

Şekil 3.3. Tekstür analizlerinde kullanılan TPA cihazının görünümü ve silindir prob ile uygulaması

İç yapışkanlık (Cohesiveness): Peynirin ağızda kırılmadan önceki deforme edilme derecesi ya da gıdanın iç bağlarının mukavemeti olarak tanımlanmaktadır. Tekstür analizinde uygulanan ikinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alana oranıdır ve birimi bulunmamaktadır (Baysal & Ozcan, 2020).

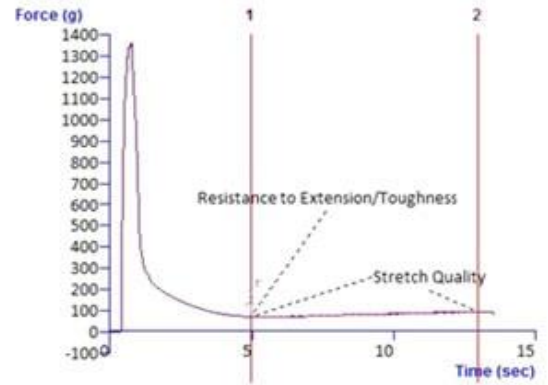
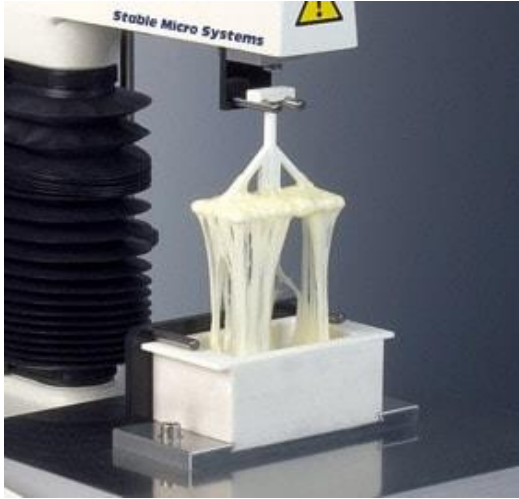
Esneklik (Springiness): Bir madde üzerine uygulanan deformasyon kuvvetinin kaldırılmasının ardından yapının orijinal durumuna geri dönebilme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanıma göre ise; gıdanın birinci baskı ile ikinci baskı arasında geçen zaman içinde yüksekliğindeki geri dönüşümdür (Baysal & Ozcan, 2020).

Sakızımsılık (Gumminess): Yarı-katı gıdalar için geçerli olan ve matematiksel hesaplamaya dayanan bir parametre olup;

Sakızımsılık=Sertlik x İç yapışkanlık olarak ifade edilmektedir (Baysal & Ozcan, 2020).

Çiğnenebilirlik (Chewiness): Katı gıdalar için geçerli olan ve matematiksel hesaplamaya dayanan bir parametre olup;

Çiğnenebilirlik =Sertlik x İç yapışkanlık x Esneklik olarak ifade edilmektedir (Baysal & Ozcan, 2020).



Şekil 3.4. TPA cihazında uzayabilirlik probu (cheese extensibility rig) ile esneme kalitesi ve uzama direnci parametrelerinin grafik olarak ifadesi

Uzama direnci ve esneme kalitesi: Çoğunlukla erimiş peynirin gerilebilirliğini ve uzayabilirliğini test etmenin en yaygın yollarından biri, onu bir çatala çekip uzatmak ve germek için gereken kuvveti ve uzandığı uzunluğu tahmin etmektir. Bu yöntem doğal olarak öznel ve subjektiftir. Peynirin uzama direnci ve eriyebilirliği, başta kaşar olmak üzere birçok peynir çeşidi için önemli dokusal özelliklerdir. Peynirin dondurulması,

parçalanması ve çözülmesinin dokusal özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Anonim, 2021).

Uzama direnci ve esneme kalitesi değerleri TA XT tekstür analiz cihazının uzayabilirlik kiti ile elde edilen iki önemli parametredir. Bu donanım ısıya dayanıklı bir kap ve çift taraflı çatal probundan (A/CE probu) oluşmaktadır. Analiz için kap ve çatal düzeneğinden oluşan set 60 gr ince doğranmış kaşar peyniri ile doldurulmuş ve peynir eriyene kadar mikrodalgada fırında (40-50 sn) ısıtılmıştır. Kap içeriğine örnek tutucu ek parçası eklenmiş ve kap/çatal düzeneği, cihaza tutturulmuş olan yerleştirme adaptörü aracılığıyla yük hücresine bağlanmıştır. Yük hücresine monte edilen sıcaklık sensörü (PT 100) erimiş kaşar peyniri kitlesinin içine daldırılmıştır. Sonrasında cihazın yazılım programına örnek tanımlama bilgileri girilerek cihaz çalıştırılmıştır. Sıcaklık sensörü, peynir kitlesinin sıcaklığı 55 °C'ye ulaştığı anda cihaz kolu harekete geçerek çatalı erimiş peynirin içinden çekmiştir. Bu şekilde uzayabilirlik/esneme kalitesi ve uzamaya karşı direncin ölçülmesi cihazın bilgisayar destekli yazılımı ile sağlanmıştır. Çalışma koşulları aşağıdaki gibidir:

Test hızı: 20 mm/sn, **Örnek miktarı:** 60 gr

Cihaz kolunun peynir küvetinden yüksekliği: 240 mm

Analiz başlama sıcaklığı: 55 °C

Schreiber testi

Eriyebilirlik, peynirin ısıtıldığında akması veya yayılması kolaylığı olarak tanımlanmaktadır (Altan vd., 2005). Bu amaçla peynirin eriyebilirlik özelliğini ölçmede kullanılan bu yöntem ilk olarak Kosikowski ve Mistry (1977) tarafından önerilmiş ve "Schreiber testi" olarak tanımlanmıştır. Analizin uygulanmasında kaşar peyniri örnekleri çelik bir yüzük vasıtasıyla 35 mm çapında ve 21 mm yüksekliğinde dairesel olarak kesildikten sonra petri kabının ortasına yerleştirilmiştir. Daha sonra petri kabı 232°C'deki etüvde 5 dakika bekletilmiştir. Örnek, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra, erimiş peynirin yayılması, farklı üç noktadan ölçülen maksimum çap ortalamaları olarak cm cinsinden kaydedilmiştir.

3.2.5. Kaşar peynirlerinde kromatografik analizler

Yağ asidi kompozisyonu

Folch metodu (Folch vd., 1957) ile trans esterleştirme prensibine göre gerçekleştirilmiştir (EC NO 796/2002). Bunun için kaşar peyniri örneklerinden ayrılan 0,1 g kadar yağ örneği 5 mL’lik vidalı kapaklı deney tüpü içerisine tartılmış ve üzerine 2 mL heptan ilave edilmiş ve gerektiğinde dikkatlice ısıtılarak yağ fazın iyice çözülmesi sağlanmıştır. Üzerine 0.2 mL 2 N metanollü KOH çözeltisi ilave edilmiş ve deney tüpü kapatılmıştır. Karışım 30 saniye boyunca hızlı bir şekilde çalkalanmıştır. Gliserol’ün ayrılmasından kaynaklanan başlangıç bulanıklığından sonra, tepkime karışımı berraklaşmaya başlamıştır. 2000 RPM de 5 dakika santrifüj işleminden sonra üstteki berrak faz gaz kromatografisi (GC) ile analiz edilene kadar buzdolabında 12 saati geçmeyecek şekilde muhafaza edilmiştir. Berrak faz oto örnekleyici sistemine sahip gaz kromatografi cihazına (Agilent 6890) enjekte edilmiştir. Enjekte edilen yağ miktarı 1 µL olup split oranı: 100:1 olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerde metil esterlerinin pikleri gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra otomatik olarak cihaz tarafından verilmiştir. Alıkonma zamanlarının belirlenmesi için 37 adet yağ asidi metil esterinden oluşan “mix referans” standart kullanılmıştır (Supelco CRM47885). Böylece pikler altında kalan toplam alan bileşenlerinin % 100’üne karşılık gelmektedir (toplam ayrılma). Her bir yağ asidi yüzdesi, ilgili pik alanının, yağ asitlerinin toplam pik alanına oranından hesaplanmıştır. Belirlenmiş olan doymuş yağ asitleri, tekli doymamış, çoklu doymamış, trans, omega yağ asitlerinin % değerleri toplanarak toplam g/100g yağ olarak belirlenmiştir. GC MS cihaz şartları aşağıda verilmiştir:

Kolon: HP- 88, %88 Cyanopropyl-polysiloxane (100 m uzunluk, 0.25 mm çap, 0.2 µm film kalınlığına sahip).

Dedektör: FID (alev iyonizasyon dedektörü, sıcaklığı 280°C)

Taşıyıcı Gaz: Helyum

Akış Hızı: 1 mL/dk.;

Enjeksiyon Sıcaklığı: 260°C

Amino asit kompozisyonu

Kaşar peyniri örneklerinde amino asit kompozisyonu analizi Henderson vd. (2000a, 2000b)'nın belirttiği yöntemle göre yapılmış olup metod ekstraksiyon ve HPLC aşaması olmak üzere iki aşamadan oluşmuştur. Ekstraksiyon işlemi için peynirler örnekleme işlemi ile birlikte homojen hale getirilmiş ve üzerine önce 0,1 g sodyum sülfat (Na_2SO_4), ardından 5 mL 6 N HCL ilave edilip karıştırılmıştır. Üzerine 250 μL 2 nM fenol çözeltisi ilave edilerek analiz şişesinin ağzı kapatılıp 110 °C de 24 saat etüvde bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda oda sıcaklığına soğutulan şişe içeriğinin üzerine bir miktar saf su ilave edilerek santrifüj tüpüne alınmış, pH değeri NaOH çözeltisi ile 6,7-7,3'e ayarlanıp örnek saf su ile 50 mL ye tamamlanmıştır. Karışım, 4000 RPM de 5 dakika santrifüj edilip berrak kısım 0,45 mikronluk filtreden süzölmüştür. OPA ve FMOG ile anlık türevlendirme yapılarak HPLC'ye enjekte edilmiştir. HPLC cihaz şartları aşağıda verilmiştir:

Mobil Faz A: Monosodyum fosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$): 5,5 gr sodyum dihidrojen fosfat tartılmış ve saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. 10 N NaOH ile pH 7,8'e ayarlanmıştır.

Mobil Faz B: Asetonitril: Metanol: Su (ACN: MeOH: H_2O): 45:45:10,v/v/v.

Dedektör: DAD (338nm ve 262 nm, 40°C kolon fırını sıcaklığı ve 2mL/dk. akış hızı).

Kolon: Agilent Eclipse XDB C18 (4,6mm x 150mm x 5 μ) kolon kullanılmıştır.

3.2.6. Kaşar peynirlerinde duyu analizler

Kontrol grupları ve farklı oranlarda yayık altı tozu katılmış kaşar peyniri örnekleri, tüketici kabul edilebilirliğini belirlemek amacı ile duyu değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Drake vd. (2001) ve Ramírez-Rivera vd. (2017)'in belirttiği değerlendirme skalası modifiye edilerek «Gıdaların Duyusal Analizlerinde Teknik Yeterlilik ve Validasyon» konusunda sertifika almış, süt ürünlerinde uzman panelistlerden oluşan 9 kişilik bir grup oluşturulmuştur. Hedonik skala ile panelistlerin ürün hakkında tercih / beğenisi ve ayrıca ürünün tanımlayıcı özellikleri ise Kantitatif Tanımlayıcı Test (QDA-Quantitative Descriptive Test) ile belirlenmiştir.

Duyu analizi öncesinde kaşar peyniri örnekleri ince dilimler halinde 12-15 °C'de panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden ilk olarak tekstürel özellikler (sertlik, yapışkanlık, yüzey filmi, çiğnenebilirlik, sakızimsılık, ufalanma), daha sonra ise temel

tatlar ve yabancı tatların tanımlandığı 1'den 15'e kadar puan aralığı olan tanımlayıcı özellik test tablosu ile genel kabul edilebilirlik ve hedonik test tablosunu tadım esnasında doldurmaları istenmiştir. Duyusal analiz sırasında panelistlere su ve bisküvi ikram edilerek panelistlerin farklı tatları daha kolay algılamaları için uygun ortam hazırlanmıştır.

3.2.7. Kaşar peynirlerinde istatistiksel analizler ve sonuçların değerlendirilmesi

Çalışmada, yayık altı tozunun az yağlı ve yarım yağlı kaşar peynirlerinde fiziksel, biyokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri ile bileşimlerinde oluşturduğu değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kontrol grupları ile birlikte 9 farklı ürün 2 tekerrür halinde üretilmiş ve tüm analizler her tekerrür için 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre analizler sonucunda elde edilen verilerdeki farklılıkların belirlenmesi için Minitab 17 istatistiksel analiz programı ile varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Çalışmada, kontrol ve yayık altı tozu ile üretilmiş kaşar peyniri örneklerindeki istatistiksel farklılıklar çeşitler, olgunlaşma süresi ve çeşit x olgunlaşma süresi interaksiyonları arasında karşılaştırılmış, önemli düzeyde görülen farkların değerlendirilmesi ise Fisher LSD testi ile gerçekleştirilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi sonucu elde edilen p değeri ($p \leq 0,01$ ve $p \leq 0,05$) dikkate alınmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Üretimde Kullanılan Çiğ İnek Sütü, Yayık Altı Tozu ve Yayık Altı Suyunun Özellikleri

Peynirin kalitesi esas olarak sütün özelliklerine bağlı olup, sütün çeşidi, mikrobiyel yükü, enzim aktivitesi, somatik hücre sayısı ve kimyasal kalıntı seviyeleri gibi çeşitli faktörler önem taşımakla birlikte, en önemli etken sütün bileşim özelliği olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin peynir randımanının belirlenmesinde sütün kazein ve yağ içeriğinin önemli rolü bulunmaktadır. Yağ, peynirin tekstür ve lezzet gibi duysal özelliklerini etkilerken, peynirin kazein fraksiyonu, pıhtı sıkılığı, sineresis hızı, peynirin su aktivitesi ve su tutma kapasitesinden sorumlu olmaktadır. Yüksek kazein ve yağ bileşimi, düşük enzim aktivitesi ve düşük somatik hücre sayısına sahip süt genellikle peynir üretimi için istenen özellikte süt olarak kabul edilmektedir (Barbano vd., 2006; Fox vd., 2017).

Peynir üretimi için iyi kalitede çiğ süt, düşük mikroorganizma içeriğine (tercihen $\leq 10^4$ cfu/mL süt) ve somatik hücre sayısına ($\leq 100.000/\text{mL}$) sahip olmalıdır. Bunu sağlamak için süt sağlıklı hayvanlardan sağılmalı ve sağım sonrası en hızlı şekilde peynir üretim hattına alınmalıdır. Üretimin hemen başlamayacağı durumlarda süt, depolama tankında mümkün olduğunca kısa süre depolanmalıdır, aksi takdirde soğutma tankında uzun süre bekletilen çiğ sütlerde psikrotrof mikroorganizmaların gelişimi ve kazein misellerinden kalsiyum fosfat kaybı söz konusu olabilmektedir (Skeie, 2010). Çiğ sütün arzına ait tebliğde somatik hücre sayısı $\leq 400.000/\text{mL}$ ve 30 °C’ deki koloni sayısı ise $\leq 100.000/\text{mL}$ şeklinde verilmektedir (Anonim, 2017b).

Bu çalışmada kaşar peyniri üretimi Özseymenler Gıda ve Süt Ürünleri firmasının peynir üretim biriminde gerçekleştirilmiş olup üretimde İnegöl çevresinden tedarik edilen ve kalite özellikleri peynir üretimine uygun çiğ sütler kullanılmıştır. Üretimde kullanılan ve yağ oranı standardize edilmiş olan çiğ sütün bileşimi ve özellikleri Çizelge 4.1.’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kaşar peyniri üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün özellikleri

Fiziko-Kimyasal Özellikler	Çiğ İnek Sütü
pH	6,51
Asitlik (% LA)	0,15
Özgül Ağırlık	1,029
Kurumadde (%)	11,67
Yağ (%)	3,45
Protein (%)	3,10
Toplam Mezofilik Aerobik Mikroorganizma Sayısı (cfu/mL)	3,5x10 ³

Dünyada az yağlı peynirler üzerine yapılan çalışmaların tarihi 1950’li yıllara kadar uzanmaktadır. Az yağlı peynirlerdeki yaygın kusurlar, aroma gelişimi ve tekstür ile ilgilidir. Bununla birlikte bu peynirlerin kalitesini iyileştirmek için uygun starter kültürlerinin seçimi, proses modifikasyonu ve diğer yaklaşımlar da önemli uygulamalar olarak kaydedilmiştir. Süt proteini yüksek katkıları, az yağlı peynirlerde peynir tekstürünün mikroyapısının ve tekno-fonksiyonel özelliklerinin modifikasyonunda tam yağlı peynirlere göre daha fazla katkıda bulunmaktadır (Mistry, 2001; Chavan vd., 2016). Peynirin yağ içeriğinin düşürülmesinin bir başka etkisi de süt yağ globül membranı içeriğinin azalmasıdır. Biyolojik aktif maddelere sahip olan bu membran yapının, peynir tekstürü, eriyebilirliği ve aroması için önemli bir bileşen olduğu belirtilmektedir (Govindasamy-Lucey vd., 2007; Sakkas vd., 2021).

Tereyağı üretim sürecinin bir yan ürünü olan yayık altı suyunun, fazla miktarda süt yağ globül membranı içeriğiyle yağ içeriği azaltılmış peynir üretiminde yararlı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, az yağlı ve yarım yağlı peynir kalitesi üzerine yayık altı suyu kullanımının etkilerini değerlendirmek ve az yağlı/yarım yağlı kaşar peyniri üretimi için yayık altı tozunun optimal miktarlarını belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak çalışmada kullanılan yayık altı tozunun ve hammaddesi olan yayık altı suyunun özellikleri ise Çizelge 4.2.a ve Çizelge 4.2.b’de verilmiştir.

Çizelge 4.2a. Peynir üretiminde kullanılan yayık altı tozu ve elde edildiği yayık altı suyunun fiziksel ve biyokimyasal özellikleri

Fiziko-Kimyasal Özellikler	YAS*	YAT**
Toplam Kurumadde (%)	3,71	98,14
Laktoz (%)	2,54	53,10
Protein (%)	0,75	25,90
Yağ (%)	0,35	10,34
Kül (%)	0,075	8,85
Yoğunluk	≤ 1,015	-
Viskozite (cP)	≤ 10	-
Çözünürlük İndeksi (mL max)	-	0,50
Asitlik (%LA)	0,33	-
pH	4,05	-
Renk (CIE) değerleri		
L*	81,91	88,38
a*	-7,01	-3,26
b*	11,08	17,56

*: Yayık altı suyu; **: Yayık altı tozu

Yayık altı suyunun kimyasal bileşimi, tereyağı üretim teknolojisine bağlı olarak büyük ölçüde değişim gösterebilmektedir. Örneğin kesikli sistem ile üretilen tereyağı hattından elde edilen yayık altı sularının kurumadde değerlerinin sürekli sistem ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Avci & Ozcan, 2020).

Bu çalışmada kaşar peyniri üretiminde kullanılan yayık altı tozunun hammaddesi olan yayık altı suyu bileşiminin, Çizelge 4.2a.'da görüldüğü şekilde yağsız süte kıyasla daha düşük kurumadde, yağ ve laktoz içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Sprey kurutucuda kurutulmuş yayık altı tozu ise yüksek laktoz ve protein içeriğiyle gerek depolama kolaylığı gerekse kaşar peyniri gibi çeşitli ürünlerin zenginleştirilmesinde düşük konsantrasyonlarda kullanıma uygun olmasıyla önem taşımaktadır. Kullanılan yayık altı tozunun yağ içeriğinin piyasadaki yağsız süt tozlarına göre oldukça yüksek olması, toplam lipid ve fosfolipid içeriğinin de aynı ölçüde yüksek olacağı anlamına gelmektedir.

Yayık altı suyu ve tozunun amino asit içerikleri değerlendirildiğinde Çizelge 4.2b.'de görüldüğü gibi glutamik asit, serin, lösin ve prolinin majör amino asitler olduğu tespit

Çizelge 4.2b. Peynir üretiminde kullanılan yayık altı tozu ve elde edildiği yayık altı suyunun fonksiyonel özelliklerinden amino asit ve yağ asidi bileşenleri

Amino Asit Bileşeni (g/kg)	YAS*	YAT**
Aspartik Asit	0,96	19,50
Glutamik Asit	2,49	38,09
Serin	2,19	16,94
Histidin	0,18	6,30
Glisin	0,28	4,15
Threonin	0,33	11,56
Arjinin	0,42	8,09
Alanin	0,53	10,72
Tirosin	1,03	5,12
Valin	0,68	11,71
Metiyonin	0,29	7,03
Fenilalanin	0,43	7,41
İsolösin	0,66	11,99
Lösin	1,24	19,87
Lisin	0,26	22,68
Prolin	2,18	21,31
Hidroksiprolin	ns	ns
Yağ Asidi Bileşeni (%)		
Bütirik asit 4/0	ns	1,54
Kaproik asit 6/0	ns	1,30
Kaprilik asit 8/0	0,91	0,93
Kaprik asit 10/0	1,68	2,03
Laurik asit 12/0	2,64	2,46
Miristik asit 14/0	9,41	10,07
Palmitik asit 16/0	39,75	30,65
Stearik asit 18/0	18,74	13,91
Oleik asit 18/1	21,35	25,19
Linoleik asit 18/2	3,15	3,07
Linolenik asit 18/3n3	ns	ns

*: Yayık altı suyu; **, Yayık altı tozu, ns: Tespit edilemedi

edilmiştir. Lösin amino asidi esansiyel amino asitler arasında yer aldığından yayık altı suyuna ve tozuna fonksiyonellik kazandıran en önemli bileşenlerden birisidir. Yağ asitleri bileşimi yönünden ise yayık altı suyu ve tozunda palmitik, oleik, stearik ve miristik asitlerin majör yağ asitleri olduğu belirlenmiştir.

4.2. Kaşar Peynirlerinin Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri

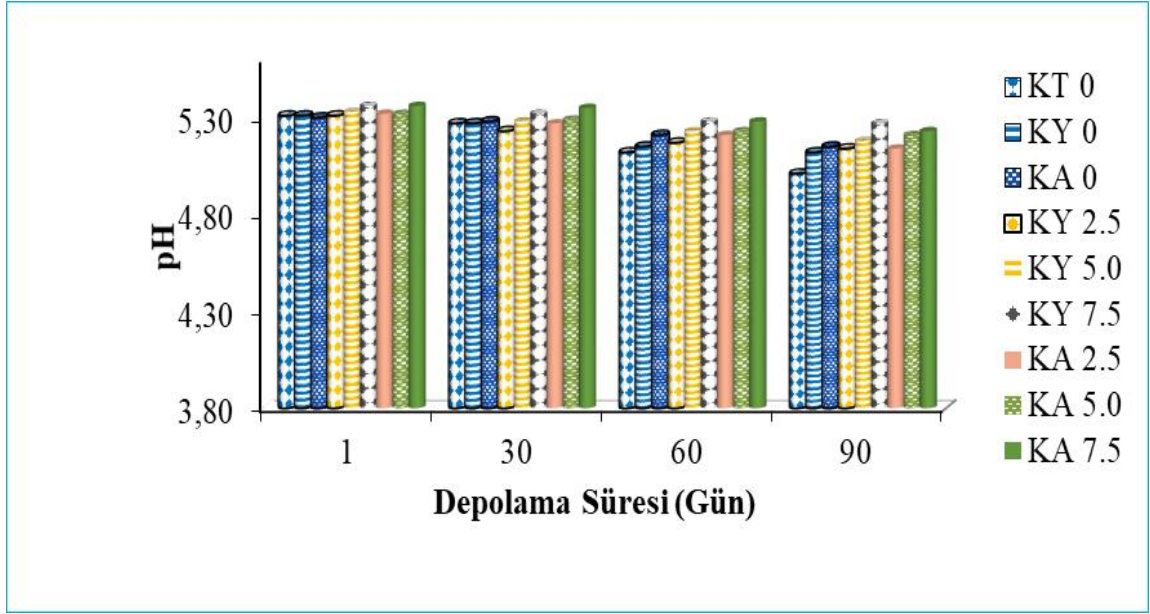
4.2.1. pH değeri

Gıda fermentasyonlarında mikrobiyel ve biyokimyasal değişmelerde asitliğin dissosiyasyon kısmı önem taşımaktadır. Bu anlamda da en doğru sonucu pH değeri açıklamaktadır. pH ölçümü ile ortamdaki serbest hidrojen iyonlarının miktarı ve aktivitesi hakkında bilgi elde edildiğinden bu asitliğe aktüel asitlik de denilmektedir. Bugün dünyada yaygın olarak peynirin asitliği pH değeri ile ifade edilmekle birlikte “% toplam asit” olarak ifade edilen titre edilebilir asitlik ya da titrasyon asitliği daha sık kullanılmaktadır. Peynirde pH, sütün pıhtılaşması, enzim aktivitesi, peynir matriksinden kalsiyumun çözünmesi ve protein-protein interaksyonları üzerinde etkili olarak peynirin karakteristik özelliklerini etkilemektedir (Pastorino vd., 2003).

Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerine ait pH değerlerindeki değişim grafiği Şekil 4.1’de; depolama boyunca pH değerleri Çizelge 4.3’de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.4’de belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama pH değerlerinin 5,01 (KT 0) ile 5,36 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama pH değerleri açısından incelendiğinde en yüksek pH değeri olgunlaşmanın 1. gününde (5,33) ve en düşük pH değeri ise 90. günde (5,16) saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Gruplar arasındaki varyans analizi sonuçlarına göre olgunlaşma sürecinin 1., 30., 60. ve 90. günlerinde belirlenen pH değerlerinin varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,01$). Örnekler arasındaki ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre en yüksek yayık altı tozu içeren örneklerin (KA 7,5 ve KY 7,5) en yüksek pH değeriyle aynı grupta, %5 yayık altı tozu içeren örneklerin de aynı pH değerlerini gösterdiği belirlenmiştir. pH değeri en düşük KT 0 (5,17) örneğinde tespit edilmiştir. Peynirde fermentasyonun daha hızlı geliştiği ve pH’nın daha düşük olduğu örnek KT, tam yağlı kaşar peyniri örneği olmuştur. pH değerlerinin olgunlaşma süreci boyunca beklendiği şekilde kademeli olarak düştüğü belirlenmiştir. (Çizelge 4.4).



Şekil 4.1. Farklı oranlarda yayık altı tozu içeren kaşar peynirlerinin depolama süresince ortalama pH değerleri değişim grafiği

Peynirde asitlik, titrasyon asitliği ve pH ile ifade edilmektedir. Burada pH asitliğin gücünü gösterirken titrasyon asitliği toplam asit miktarını ifade etmekte olup bu iki yöntemin birbiriyle negatif korelasyon içinde olduğu bilinmektedir. Ancak peynirin üretimi sırasında bu iki değer arasında iyi bir interaksyon elde edilebilmesine karşın olgunlaşma sırasında tamponlama kapasitesine, peynirde oluşan bazı bileşiklere ve laktik asit katabolizmasına bağlı olarak tam bir orantı ortaya çıkmamaktadır (Hayaloğlu & Özer, 2011). Nitekim aynı durum kaşar peyniri örneklerinde de saptanmıştır. Asitlik ve pH değerlerinin en düşük ve en yüksek olduğu örneklerin bu nedenle farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Süt ürünleri üretiminde kullanılan katkı maddelerinin bileşimi ve özelliklerinin, ürünün fermentasyonu sırasında önemli bir etkiye sahip olduğu ve pH'daki değişimlerin de kullanılan katkı maddelerinin tamponlama kapasitesine bağlı olduğu belirtilmektedir (Salaün vd., 2004).

Tamime ve Robinson (2007) yoğurda protein içeriği yüksek katkı maddelerinin ilave edilmesinin tamponlayıcı etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Laktik asit bakterileri gıdaların içeriğinde bulunan fermente edilebilir şeker oranına bağlı olarak laktik asit

oluşturmaktadırlar. Üretimde laktik asit üretimini destekleyen katkı maddelerinin kullanımı fermantasyon sırasında pH'daki düşüşü de sınırlayarak tamponlama özelliği göstermektedir.

Depolama boyunca belirgin değişiklikler ortaya çıkmamıştır. Bu sonucun, depolamanın ilerleyen günlerinde kısmen de olsa proteoliz ürünlerine bağlı olarak süt proteinlerinin amfoter özelliklerinden dolayı tamponlama yetenekleri ile ilgili olarak pH değerinin etkilenmesinden ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Titrasyon asitliği

Süt sağıldığı zaman hafif asidik bir reaksiyon göstermektedir. Sütün doğal asitliği olarak tanımlanan bu asitlik birinci derecede kazein, fosfat ve sitratlardan ikinci derecede ise albumin, globulin ve karbondioksitten kaynaklanmaktadır. Sütün doğal asitliği genel olarak sabit kalmamaktadır. Başta laktik asit bakterileri olmak üzere asit üreten bakteriler süt şekerini laktik aside metabolize ederek asitliğin artmasına neden olmakla birlikte, peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneğini de geliştirmektedir. Peynir pıhtısında asitlik peynir altı suyunun ayrılmasını etkileyerek peynir tekstürü ve olgunlaşma boyunca da gelişerek tat ve aroma oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Dagostin vd., 2013).

Titrasyon yöntemiyle asitlik tayininde sütün doğal ve gelişen asitliğinin toplamı saptanmaktadır. Bu asitliğe toplam asitlik, titrasyon asitliği ya da titre edilebilir asitlik denilmektedir. Peynirde asit gelişimi pıhtılaşmadan olgunlaşma sonuna kadar devam eden ve peynirde yapı, aroma, tekstür ve tat oluşumunda ve gelişiminde büyük önem taşıyan önemli bir biyokimyasal süreçtir. Pıhtının asitlik düzeyi pıhtıda tutulan kalsiyum iyonlarının miktarını ve pıhtının sertlik düzeyini de etkilemektedir. Olgunlaşma sürecindeki asitlik düzeyi ise proteolitik ve lipolitik aktiviteyi ve dolayısıyla peynirde aroma ineraksiyonlarında rol oynamaktadır (Paquet vd., 2000; Hayaloğlu & Özer, 2011; Fox vd., 2017).

Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerine ait titrasyon asitliği (%LA) değerlerindeki değişim grafiği Şekil 4.2.'de; depolama boyunca titrasyon asitliği (%LA) değerleri

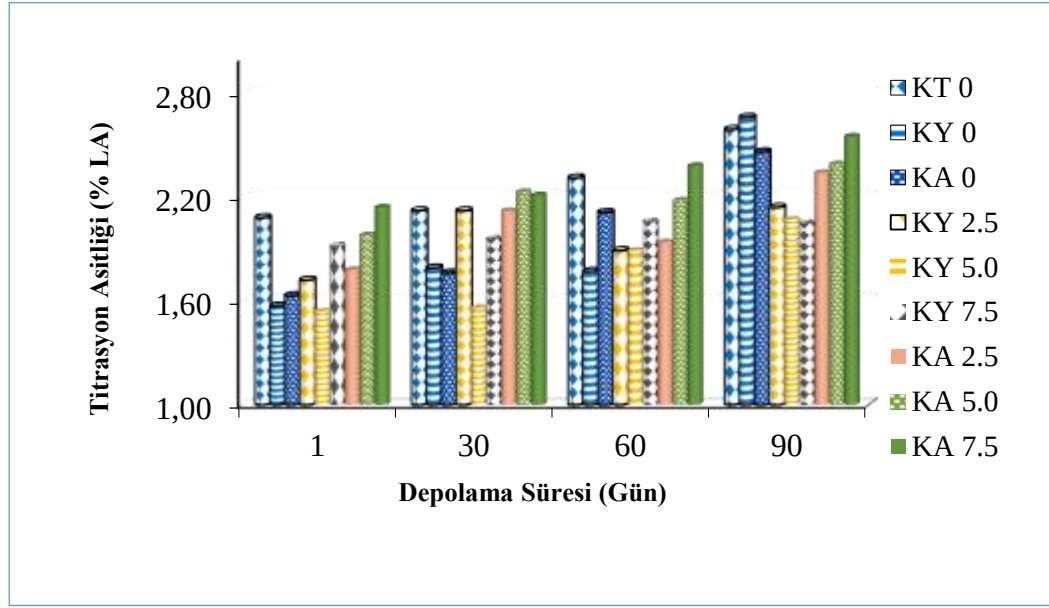
Çizelge 4.3’de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.4’de belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %1,54 (KY 5,0) ile %2,66 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama titrasyon asitliği değerleri açısından incelendiğinde en düşük titrasyon asitliği seviyesi olgunlaşmanın 1. gününde (%1,82) ve en yüksek titrasyon asitliği değeri ise 90. günde (%2,36) saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Varyans analizi sonuçlarına göre olgunlaşma sürecinin 1., 30., 60. ve 90. günlerinde belirlenen asitlik değerlerinin, varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem etkileşimleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($p \leq 0,01$) (Çizelge 4.4).

Gruplar arasında uygulanan LSD testine göre KT 0 ve KA 7,5 örneklerinin ortalama asit miktarı yönünden en yüksek seviyeye aynı grupta yer alırken, en düşük asit seviyesi KY 5,0 örneklerinde belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde belirlenen toplam asit miktarı 1,82 iken 90. günde bu değer 2,36 olarak saptanmıştır. Titrasyon asitliği beklenildiği gibi depolama boyunca artmıştır. Yayık altı tozu ilave edilmiş örnekler arasında en yüksek asitlik KA 7,5 iken en düşük asitlik KY 5,0 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Süt yağının hidrolize olması ile açığa çıkan yağ asitlerinin de titrasyon asitliği değerlerinde farklılığa sebep olduğu belirtilmektedir (Qian & Reinneccius 2002, Singh vd. 2003). Yağ oranı azaltılan peynirlerde birçok araştırmacı (Fenelon vd., 2000, Fenelon & Guinee 2000) tarafından da saptandığı gibi tam yağlı peynirlere kıyasla daha yüksek oranda protein bulunmaktadır. Artan protein düzeyi ise asitliğin yüksek olmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.2. Farklı oranlarda yayık altı tozu içeren kaşar peynirlerinin depolama süresince ortalama titrasyon asitliği değerleri

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca titrasyon asitliği ve pH değerleri

Kaşar Peyniri Çeşidi	pH				Titrasyon Asitliği (%)			
	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	5,31	5,27	5,12	5,01	2,08	2,12	2,31	2,59
KY 0	5,31	5,27	5,15	5,12	1,57	1,79	1,77	2,66
KA 0	5,30	5,28	5,21	5,15	1,63	1,76	2,11	2,46
KY 2,5	5,31	5,23	5,17	5,14	1,72	2,12	1,89	2,14
KY 5,0	5,33	5,28	5,23	5,18	1,54	1,56	1,89	2,07
KY 7,5	5,36	5,32	5,28	5,27	1,92	1,96	2,06	2,05
KA 2,5	5,32	5,27	5,21	5,14	1,78	2,12	1,94	2,34
KA 5,0	5,32	5,29	5,23	5,21	1,98	2,23	2,18	2,39
KA 7,5	5,36	5,35	5,28	5,23	2,14	2,21	2,38	2,55
Minimum	5,30	5,23	5,12	5,01	1,54	1,56	1,77	2,05
Maksimum	5,36	5,35	5,28	5,27	2,14	2,23	2,38	2,66
Ortalama	5,33	5,29	5,21	5,16	1,82	1,97	2,06	2,36

Çizelge 4.4. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	pH	Titrasyon Asitliği (%LA)
KT	0	12	5,17 ^e	2,27 ^a
KY	0	12	5,21 ^d	1,94 ^d
	2,5	12	5,21 ^d	1,96 ^d
	5	12	5,25 ^b	1,76 ^e
	7,5	12	5,30 ^a	1,99 ^{cd}
KA	0	12	5,23 ^c	1,99 ^{cd}
	2,5	12	5,23 ^c	2,04 ^c
	5	12	5,25 ^b	2,19 ^b
	7,5	12	5,30 ^a	2,32 ^a
Olgunlaşma Süresi (Gün)				
1		27	5,32 ^a	1,81 ^d
30		27	5,28 ^b	1,98 ^c
60		27	5,20 ^c	2,05 ^b
90		27	5,15 ^d	2,36 ^a
ANOVA		DF		
Örnek (Ö)		8	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**
Ö x D		24	**	**
Hata		72		

^aYayık altı tozu; (*) p≤0,05 derecesinde önemli; (**) p≤0,01 derecesinde önemli; ns: önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

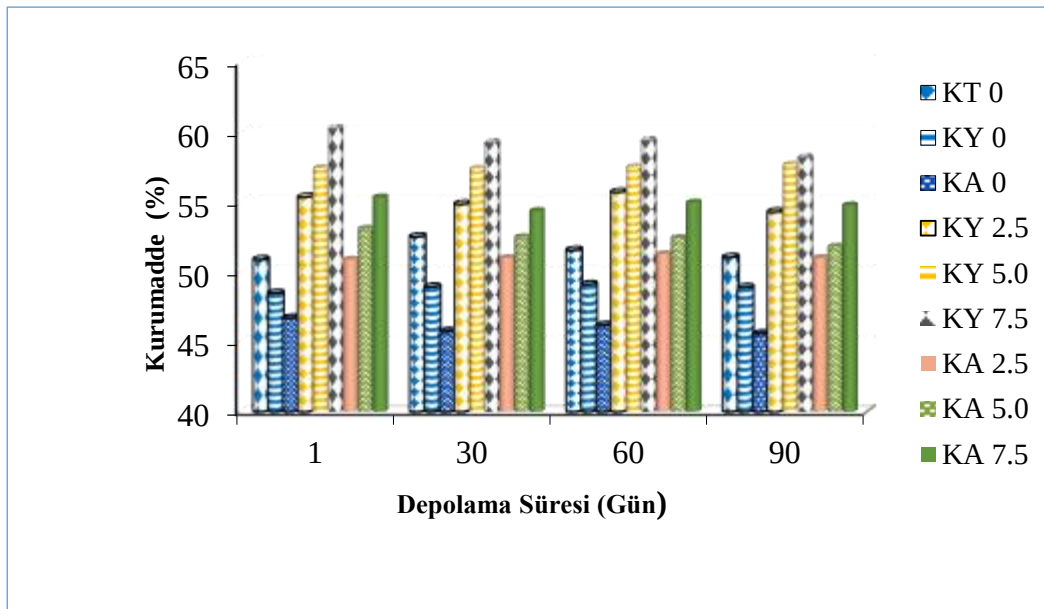
4.2.3. Kurumadde oranı (%)

Kurumadde peynirde, protein, yağ, tuz, mineral madde, az miktarda da laktoz ve diğer bileşenlerden oluşturmaktadır (Chandan & Kapoor, 2011).

Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerine ait kurumadde değerlerindeki değişim grafiği Şekil 4.3.'de; olgunlaşma süresi boyunca kurumadde değerleri (%) Çizelge 4.5'de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.6'da belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama kurumadde değerlerinin %45,58 (KA 0) ile %60,29 (KY 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama kurumadde değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kurumadde oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%53,23) ve en düşük kurumadde değeri ise 90. günde (%52,48) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Kurumadde değerleri üzerine örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasında yapılan LSD testine göre yarım yağlı grubuna giren KY 7,5, 5,0. ve 2,5 örneklerinin en yüksek ilk üç kurumadde içeren gruba girdikleri saptanmıştır. Dönemler arasındaysa 1., 30., ve 60. günler aynı grupta yer almasına rağmen 90. günün nisbi bir azalma nedeniyle ikinci grubu oluşturduğu belirlenmiştir. Buna göre depolamanın ilk 60 gününde kurumadde içeriğinin sabit kaldığı, 90. günden itibaren kurumaddenin bir miktar azaldığı söylenebilir. Yayıltı altı tozu %95'in üzerinde kurumadde içeriğine sahip olduğundan oranı arttıkça peynirlerde kurumadde içeriğinin artması beklenen bir sonuçtur (Çizelge 4.6). Peynirlerinin kurumadde/nem oranlarındaki farklılığının, serum ayrılması/sineresis ve olgunlaşma aşamasındaki biyokimyasal değişimlere bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerindeki kurumadde değişim grafiği

4.2.4. Yağ ve kurumadde de yağ (%)

Peynirde yağ olgunlaşma, tekstür ve diğer duyuşal özellikler açısından en önemli faktörlerdendir. Peynirde yağ oranının azaltılması istenmeyen renk, yapı bozukluğu gibi duyuşal kusurlara ve tekstürel özelliklerin değişmesine neden olmaktadır (Romeih vd., 2002). Yağ oranının azaltılmasının peynir tekstürü üzerine olumsuz etkileri ikame protein ve karbonhidrat kaynaklı bileşenler ile protein yapısının modifikasyonu şeklinde azaltılabilmektedir (Aydinol & Ozcan, 2018).

Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerinin yağ (%) ve kurumadde de yağ (%) değerlerindeki değişim grafiğı Şekil 4.4'de; olgunlaşma süresi boyunca yağ değerleri Çizelge 4.5'de; yağ (%) ve kurumadde de yağ (%) değerleri arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.6'da belirtilmektedir.

Peynir örneklerinde ortalama yağ değerlerinin %9,00 (KA 0) ile %29,25 (KY 7,5) aralığında değiştiğı belirlenmiştir. Örnekler ortalama yağ değerleri açısından incelendiğinde en yüksek yağ oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%18,72) ve en düşük yağ değeri ise 60. günde (%17,43) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Gruplar arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre ana varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki ilişki $p \leq 0,01$ derecesinde önemli bulunmuştur. Farklı çıkan gruplar arasında yapılan LSD testine göre olgunlaşma dönemleri incelendiğinde 1., 30. ve 60. gün peynirlerinin yağ ortalamaları aynı grupta yer aldığı saptanırken 90. gün örneklerinin ikinci grupta yer aldığı belirlenmiştir. Olgunlaşmanın ilk 60 gününde yağ ortalamaları değişim göstermezken 90. günde bir artış saptanmıştır. Örneklerin geneli incelendiğinde yayık altı tozu içeren örneklerin yağ oranlarının yarım yağlı grupta kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda yayık altı tozunun yağ içeriğinin kaşar peynirlerinin yağ oranlarına katkıda bulunduğu söylenebilir (Çizelge 4.6).

Peynir örneklerinde ortalama kurumadde de yağ değerlerinin %18,63 (KA 7,5) ile %51,57 (KY 2,5) aralığında değiştiğı belirlenmiştir. Örnekler ortalama kurumadde de yağ değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kurumadde de yağ oranı

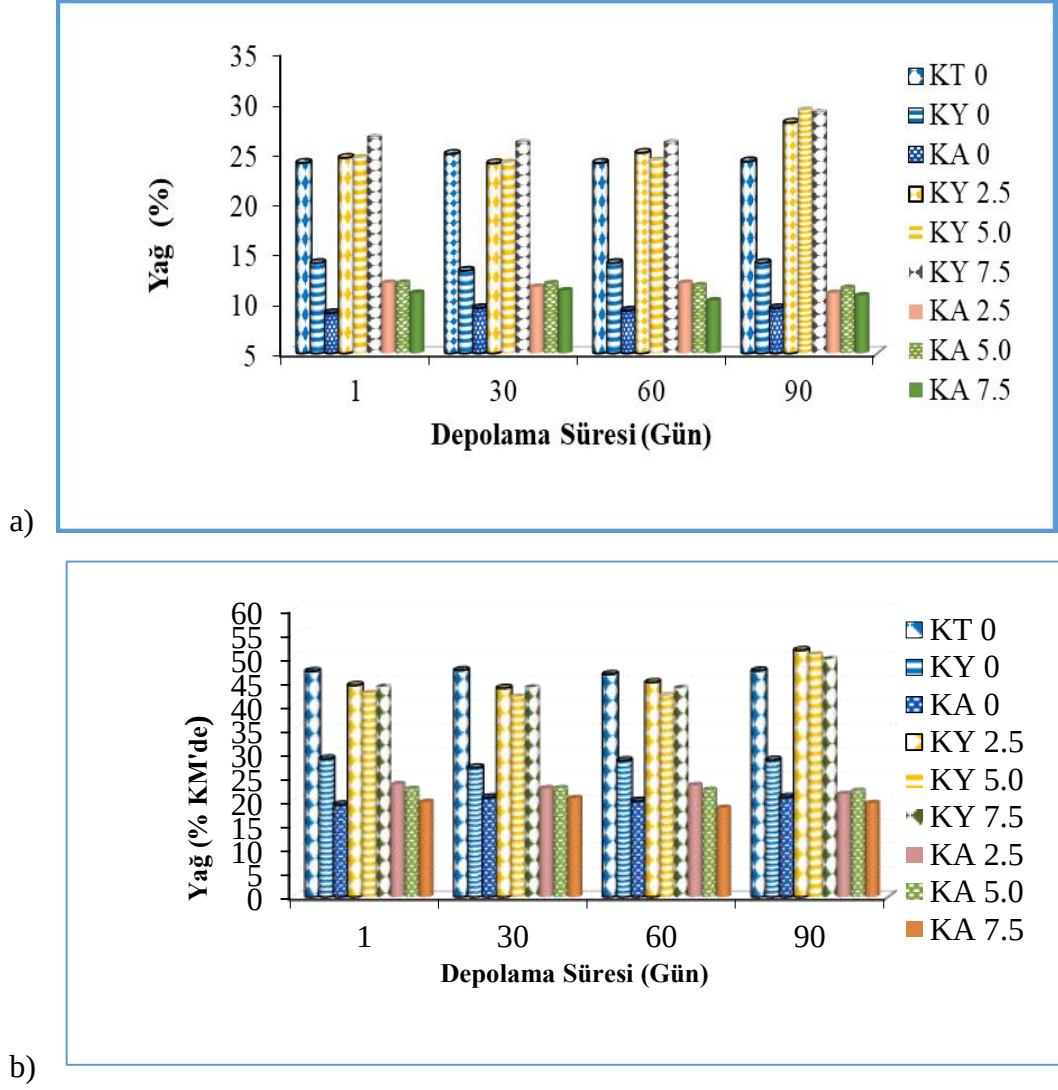
olgunlaşmanın 90. gününde (%34,85) ve en düşük kurumadde de yağ değeri ise 60. günde (%32,31) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Gruplar arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ derecesinde önemli olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak farklı çıkan gruplar arasında yapılan LSD testi sonuçlarına göre sadece KA 2,5 ve 5 örnekleri aynı grupta yer alırken diğer bütün örneklerin farklı grupta yer aldıkları görülmüştür. Olgunlaşma dönemlerinin ortalamaları kıyaslandığında kurumadde de yağ değerlerinin yağ değerlerine benzer şekilde 1., 30. ve 60. günlerin aynı grupta yer aldığı, 90. gün peynirlerinin ise ikinci grupta yer aldığı saptanmıştır. Bu durumda kurumadde de yağ değerleri ortalamalarının ilk 60 gün değişmezken 90. gün küçük bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bu durumun 90. günde kurumadde de ki biyokimyasal değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Peynirlerin kurumadde de yağ oranları olgunlaşma süresince artmıştır. Bu durum su kaybına bağlı olarak kurumadde oranlarındaki artıştan ortaya çıkmış olabilir. Kaşar peyniri üretim optimizasyonu Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nin belirttiği kurumadde de yağ miktarlarına göre planlanmış olup elde edilen yağ değerlerinin kodeksin belirlediği sınırlara büyük ölçüde uygun olduğu görülmüştür. Kaşar peyniri standardında da, kurumadde de yağ oranı belirtilmiştir. Buna göre tam yağlı kaşar peynirlerinde yağ oranı %45 ve daha çok, yarım yağlı kaşar peynirlerinde ise %25-45 arasında olmalıdır (Anonim, 2015).

Yağ miktarı peynirin fiziksel, tekstürel özellikleri ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini doğrudan etkileyen parametrelerdendir. Buna bağlı olarak peynirin tat ve aromasına katkıda bulunan parçalanma ürünleri de yağ oranına göre farklılık göstermektedir (McSweeney & Sousa, 2000).

4.2.5. Tuz ve kurumadde de tuz (%)

Peynirde tuz, mikroorganizma gelişimi, enzim aktivitesi, sineresis, protein hidrasyonu ve ürünün duyuşal özelliklerini etkilemektedir. Tuz ayrıca peynirde tat ve tekstür üzerinde etkili olmaktadır. Tuz oranının değişimi proteinlerin kümeleşmesi üzerindeki modifikasyonundan dolayı sertlik üzerinde etkili olabilmektedir (Guinee & Fox, 2004).



Şekil 4.4. Kaşar peyniri örneklerinin depolama süresince toplam yağ ve kurumadde de yağ değerleri (%) değişim grafikleri a) Yağ (%) ve b) Yağ (%KM'de)

Peynirde tuz, peynir matriksinde bulunan su miktarına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle peynirdeki tuz oranının değerlendirilmesi tüm kütledeki miktara göre değil kurumadde de tuza göre yapılmaktadır. Kaşar peynirlerinin tuz (%) ve kurumadde de tuz değerlerindeki değişim grafiği Şekil 4.5.'de; olgunlaşma süresi boyunca değişen değerler Çizelge 4.5'de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.6'da belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama tuz değerlerinin %1,29 (KA 0) ile %1,84 (KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama tuz değerleri açısından incelendiğinde en yüksek tuz oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%1,67) ve en düşük tuz değeri ise 30. günde (%1,43) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

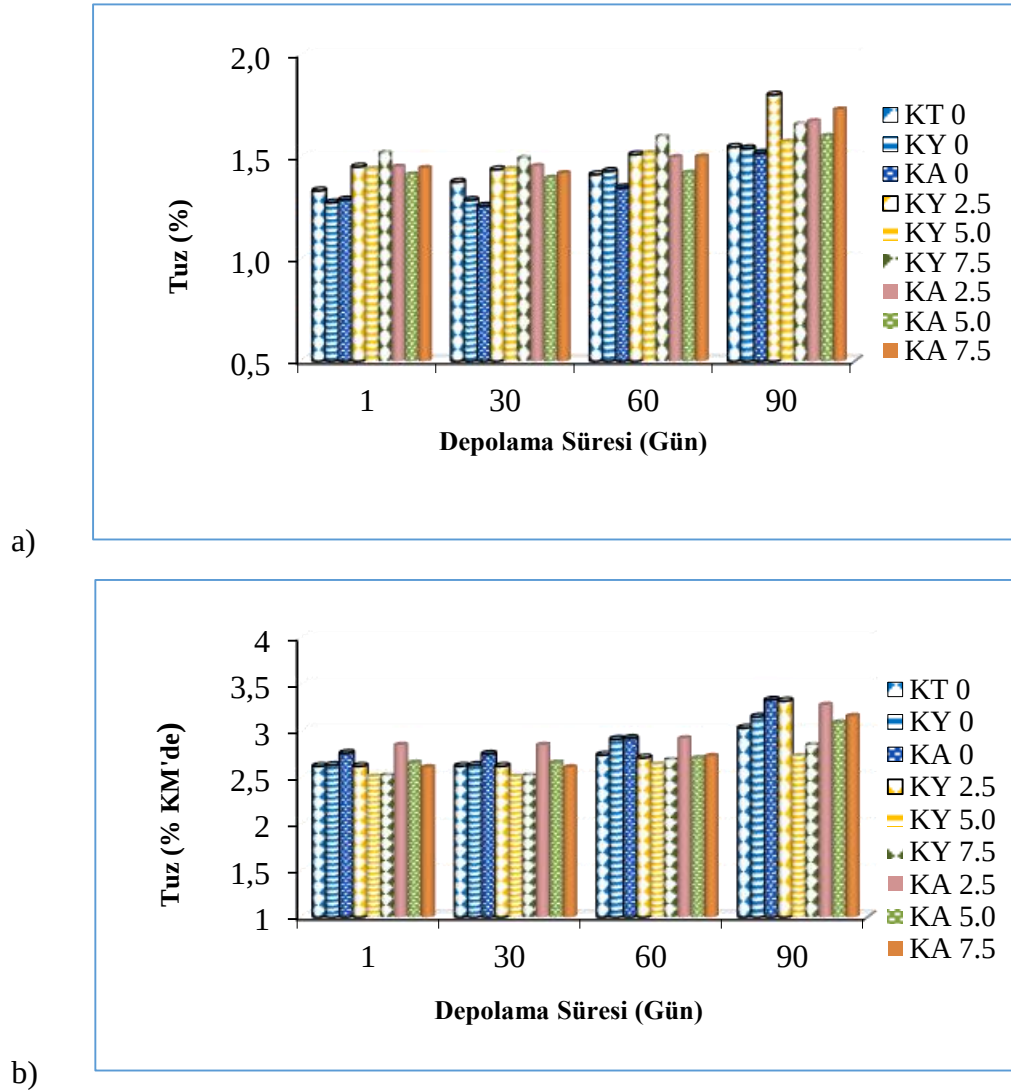
Örnek grupları arasında yapılan varyans analizine göre varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark açısından istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı gruplar arasında yapılan LSD testine göre sadece KA 2,5 ve KA 7,5 aynı grupta yer alırken diğer bütün örneklerin farklı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Olgunlaşma süreci ortalama tuz değerleri kıyaslandığında 60. ve 90. günlerde az bir artış olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin 1. gün ortalama tuz değerleri %1,44 iken 90. gün sonunda bu değer %1,66 olarak saptanmıştır. Bu farkın depolama boyunca kurumadde miktarındaki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.6).

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama kurumadde de tuz değerlerinin %2,57 (KY 5,0) ile %3,39 (KA0 ve KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama kurumadde de tuz değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kurumadde de tuz oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%3,15) ve en düşük kurumadde de tuz değeri ise 1. günde (%2,72) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Gruplar arasında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre varyasyon kaynakları olan örnekler arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde, olgunlaşma dönemleri arasında $p \leq 0,01$ düzeyinde istatistiksel fark belirlenmişken, örnek x dönem interaksiyonları arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p \geq 0,05$). İstatistiksel olarak farklılık saptanan gruplar arasında yapılan LSD testine göre KT, KY ve KA örneklerinde benzer ve yakın değerler saptanmıştır. Olgunlaşma dönemleri ortalamaları dikkate alındığında ise 1., 30. ve 60. günler aynı grupta yer alırken, 90. günde bir artış belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Benzer sonuçlar Yılmaz ve Dağdemir (2012)'in balmumu ile kapladıkları kaşar peynirinin kalitesi üzerine yaptıkları çalışmalarında da saptanmıştır. Araştırmacılar kaşar peynirlerinde kurumadde de tuz oranının olgunlaşma ile arttığını belirtmişlerdir.

Agarwal vd. (2006), tuz konsantrasyonunun artmasının peynirden daha fazla nem atılmasına neden olduğunu, bunun da peynirdeki toplam mineral madde ve kalsiyum konsantrasyonlarını etkilediğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.5. Kaşar peynirlerinin depolama süresince tuz ve kuru madde de tuz (%) değerleri değişim grafiği a) Tuz (%) ve b) Tuz (% KM'de)

4.2.6. Kül ve kurumadde de kül (%)

Peynirlerde kül, sütün ve tuzdan gelen mineral maddeler ile ortaya çıkmakta, tekstür ve duyuşal özelliklerde etkili olmaktadır (Baysal & Ozcan, 2020).

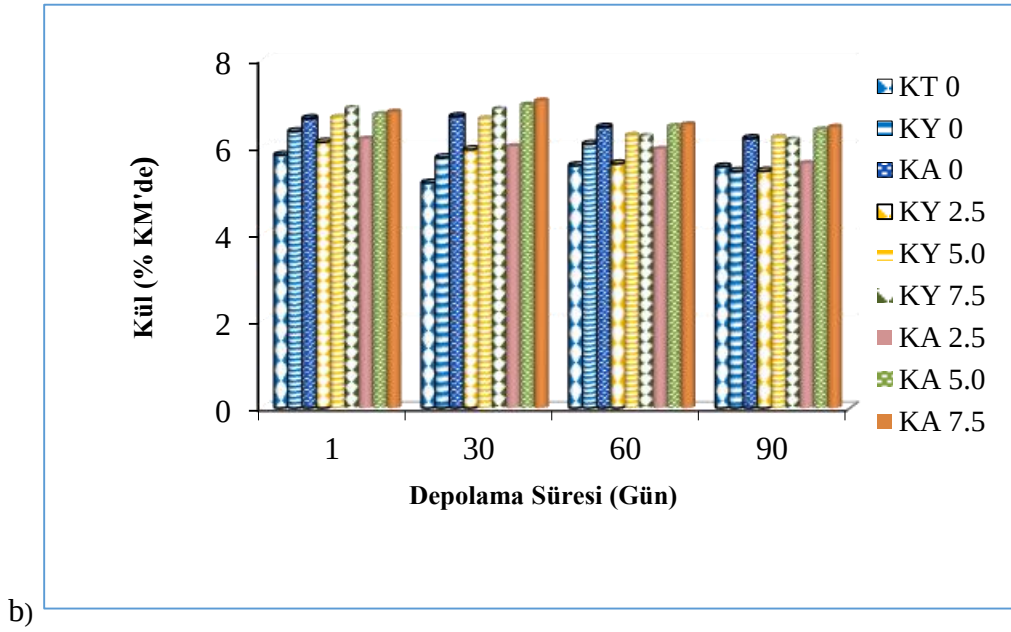
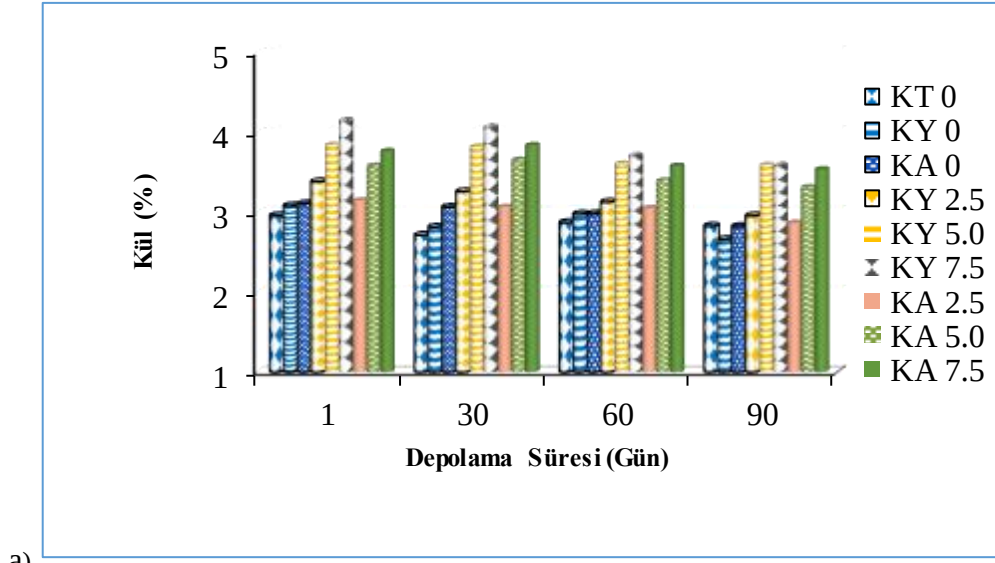
Olgunlaşma süresi boyunca kaşar peynirlerinin kül (%) ve kurumadde de kül (%) değerlerindeki değişim grafiği Şekil 4.6'da; olgunlaşma süresi boyunca değişen değerler Çizelge 4.5'de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.6'da belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama kül değerlerinin %2,66 (KY 0) ile %4,15 (KY 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama kül değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kül oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%3,47) ve en düşük kül değeri ise 90. günde (%3,13) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Gruplar arasında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem etkileşimleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p \leq 0.01$) varyans grupları arasında yapılan LSD testine göre örneklerin 6 farklı gruba ayrıldığı görülmüştür. Yayık altı tozu ilavesi yapılmış örneklerde kül içeriği beklendiği gibi yüksek çıkmıştır. Yarım yağlı peynir grubunda kül içerikleri az yağlı gruba ve kontrol grubuna göre biraz daha yüksek bulunmuştur. LSD testi sonucunda dönemler 4 farklı gruba ayrılmış olup 1. günden 90. güne doğru kademeli bir azalma belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Kaşar peyniri örneklerinde ortalama kurumadde de kül değerlerinin %5,17 (KT 0) ile %7,07 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama kurumadde de kül değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kurumadde de kül oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%6,45) ve en düşük kurumadde de kül değeri ise 90. günde (%5,95) saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Gruplar arasında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem etkileşimleri arasındaki etkileşim $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Dönem ortalamaları dikkate alındığında kurumaddede kül değerlerinde 1. günden 90. güne doğru kademeli bir düşüş belirlenmiştir. Yayık altı tozu ilavesinin kurumaddede kül değerlerini beklendiği şekilde yükselttiği saptanmıştır (Çizelge 4.6). Değişim olgunlaşmaya bağlı olarak da farklılık göstermiştir. Olgunlaşma süresi boyunca su miktarında azalma ve biyokimyasal değişimlere bağlı olarak kurumadde ve kül oranlarında artış ve azalışlar ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.6. Kaşar peynirlerinin depolama süresi boyunca a) Kül (%) ve b) Kül (% KM'de) değerleri değişim grafiği

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri

Kaşar Peyniri Çeşidi	Kurumadde (%)				Yağ (%)				Yağ (%KM de)				Tuz (%)			Tuz (%KM de)				Kül (%)			Kül (%KM de)					
Günler	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	50,89	52,52	51,56	51,05	24,00	24,88	24,00	24,15	47,16	47,38	46,54	47,30	1,37	1,42	1,45	1,58	2,70	2,71	2,82	2,84	2,96	2,72	2,87	2,83	5,81	5,17	5,57	5,54
KY 0	48,48	48,94	49,11	48,90	14,00	13,23	14,00	14,00	28,88	27,03	28,51	28,63	1,33	1,33	1,33	1,58	2,73	2,72	2,71	3,23	3,08	2,82	2,98	2,66	6,36	5,76	6,07	5,44
KA 0	46,70	45,75	46,18	45,58	9,00	9,50	9,25	9,50	19,27	20,77	20,03	20,84	1,34	1,29	1,39	1,54	2,87	2,81	3,00	3,39	3,11	3,07	2,98	2,82	6,66	6,70	6,46	6,20
KY 2,5	55,36	54,86	55,72	54,30	24,50	23,95	25,00	28,00	44,25	43,65	44,86	51,57	1,49	1,48	1,55	1,84	2,69	2,69	2,78	3,39	3,38	3,26	3,13	2,96	6,11	5,94	5,62	5,45
KY 5,0	57,46	57,41	57,54	57,70	24,50	24,04	24,25	29,25	42,64	41,88	42,14	50,70	1,48	1,49	1,55	1,63	2,57	2,60	2,70	2,82	3,85	3,82	3,61	3,60	6,69	6,66	6,28	6,23
KY 7,5	60,29	59,28	59,44	58,23	26,50	26,00	26,00	29,00	43,96	43,86	43,74	49,80	1,56	1,54	1,65	1,72	2,58	2,61	2,77	2,95	4,15	4,07	3,71	3,59	6,89	6,87	6,25	6,17
KA 2,5	50,91	51,03	51,31	51,03	12,00	11,60	12,00	11,00	23,57	22,74	23,39	21,55	1,48	1,48	1,54	1,72	2,91	2,91	3,01	3,37	3,15	3,07	3,06	2,87	6,19	6,02	5,95	5,63
KA 5,0	53,12	52,52	52,46	51,84	12,00	11,95	11,75	11,50	22,59	22,75	22,40	22,18	1,47	1,44	1,46	1,64	2,76	2,75	2,77	3,17	3,59	3,66	3,40	3,32	6,75	6,97	6,48	6,40
KA 7,5	55,37	54,39	54,99	54,80	11,00	11,25	10,24	10,75	19,87	20,68	18,63	19,62	1,48	1,45	1,54	1,77	2,68	2,67	2,79	3,23	3,77	3,84	3,58	3,54	6,81	7,07	6,52	6,46
Minimum	46,70	45,75	46,18	45,58	9,00	9,50	9,25	9,50	19,27	20,68	18,63	19,62	1,33	1,29	1,33	1,54	2,57	2,60	2,70	2,82	2,96	2,72	2,87	2,66	5,81	5,17	5,57	5,44
Maksimum	60,29	59,28	59,44	58,23	26,50	26,00	26,00	29,25	47,16	47,38	46,54	51,57	1,56	1,54	1,65	1,84	2,91	2,91	3,01	3,39	4,15	4,07	3,71	3,60	6,89	7,07	6,52	6,46
Ortalama	53,23	52,88	53,08	52,48	17,55	17,45	17,43	18,72	32,60	32,62	32,31	34,85	1,44	1,43	1,49	1,67	2,72	2,73	2,82	3,15	3,47	3,37	3,27	3,13	6,45	6,31	6,12	5,95

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin fiziko-kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağ (%KM'de)	Tuz (%)	Tuz (%KM'de)	Kül (%)	Kül (%KM'de)
KT	0	12	51,54 ^e	24,25 ^c	47,02 ^a	1,46 ^f	2,75 ^{ab}	2,84 ^f	5,52 ^f
KY	0	12	48,81 ^f	13,84 ^d	28,20 ^e	1,42 ^g	2,83 ^{ab}	2,88 ^f	5,91 ^d
	2,5	12	55,05 ^c	25,31 ^b	46,11 ^b	1,58 ^b	2,81 ^{ab}	3,18 ^d	5,77 ^e
	5	12	57,51 ^b	25,54 ^b	44,32 ^d	1,53 ^d	2,59 ^b	3,72 ^b	6,46 ^c
	7,5	12	59,32 ^a	26,84 ^a	45,34 ^c	1,61 ^a	2,64 ^b	3,88 ^a	6,54 ^{bc}
KA	0	12	46,08 ^g	9,32 ^g	20,23 ^g	1,38 ^h	2,94 ^a	2,99 ^e	6,50 ^c
	2,5	12	51,04 ^e	11,61 ^e	22,86 ^f	1,55 ^c	2,97 ^a	3,04 ^e	5,94 ^d
	5	12	52,42 ^d	11,84 ^e	22,42 ^f	1,50 ^e	2,78 ^{ab}	3,49 ^c	6,65 ^{ab}
	7,5	12	54,84 ^c	10,81 ^f	19,72 ^g	1,56 ^c	2,77 ^{ab}	3,68 ^b	6,71 ^a
Olgunlaşma Süresi (Gün)									
1		27	53,14 ^a	17,54 ^b	32,43 ^b	1,44 ^c	2,64 ^b	3,44 ^a	6,47 ^a
30		27	52,91 ^{ab}	17,35 ^b	32,32 ^b	1,43 ^c	2,64 ^b	3,37 ^b	6,35 ^b
60		27	53,13 ^a	17,32 ^b	32,25 ^b	1,50 ^b	2,77 ^b	3,25 ^c	6,13 ^c
90		27	52,63 ^b	18,51 ^a	34,61 ^a	1,66 ^a	3,10 ^a	3,13 ^d	5,94 ^d
ANOVA		DF							
Örnek (Ö)		8	**	**	**	**	*	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**	**	**	**	**
Ö x D		24	**	**	**	**	ns	**	**
Hata		72							

^aYayık altı tozu; (*) p≤0,05 derecesinde önemli; (**) p≤0,01 derecesinde önemli; ns: önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.2.7. Toplam azot (%)

Toplam azot protein içeriğinin ve proteoliz düzeyinin belirlenmesi için önemli olan bir kalite parametresidir. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca toplam azot içerikleri değişim grafiği Şekil 4.7.'de, depolama boyunca toplam azot değerleri (%) Çizelge 4.7'de; bu değerler arasındaki LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.8'de özetlenmiştir.

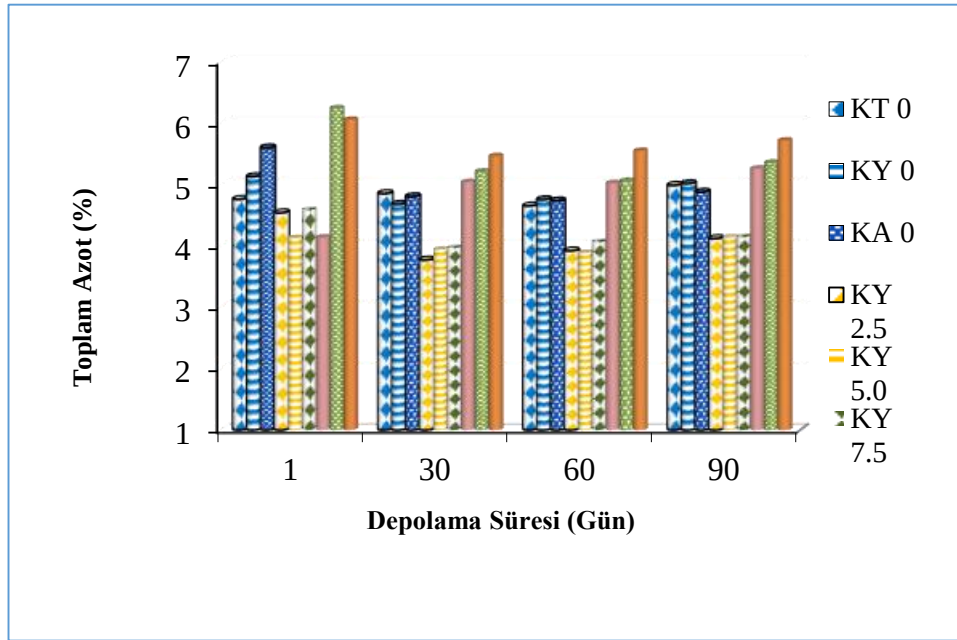
Yağı azaltılmış peynir örneklerinde ortalama toplam azot değerlerinin %3,77 (KY 2,5) ile %6,25 (KA 5,0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama toplam azot değerleri açısından incelendiğinde en yüksek toplam azot oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%5,05) ve en düşük toplam azot değeri ise 30. günde (%4,63) saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Varyasyon kaynakları arasında yapılan varyans analizine göre örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasında istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ derecesinde anlamlı farklılık saptanmıştır. İstatistiksel olarak farklı çıkan gruplar arasında yapılan LSD testi sonuçlarına göre örneklerin 8 farklı gruba, dönemlerin ise 3 farklı gruba ayrıldığı, bununla birlikte olgunlaşma sürecinin ilk 60 gününe kadar toplam azot içeriği azalırken 90. günde arttığı belirlenmiştir. Genel olarak yayık altı tozunun protein içeriğinde meydana getirdiği artışa bağlı olarak ilave edilen oran arttıkça toplam azot miktarı da artmıştır (Çizelge 4.8).

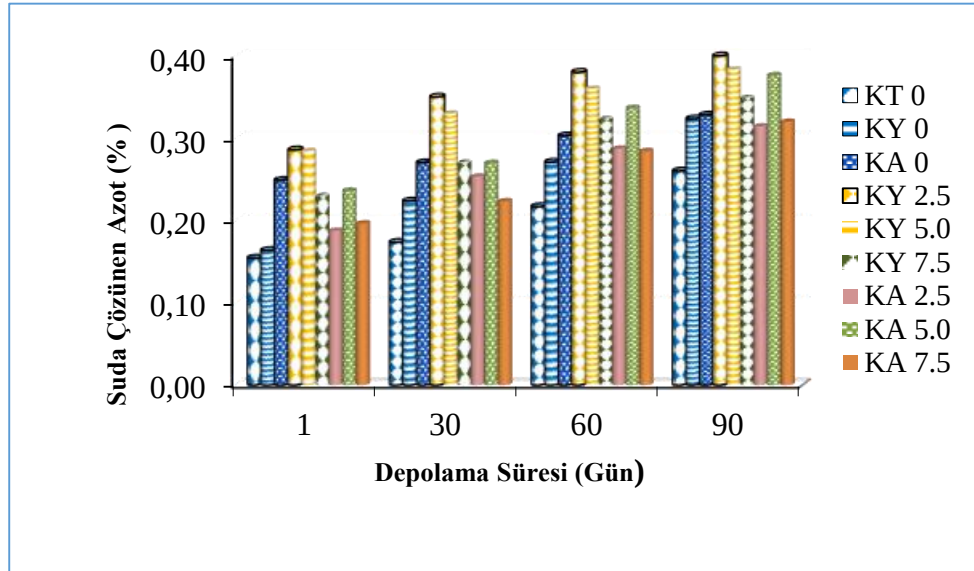
4.2.8. Suda çözünen azot (%)

Olgunlaşma derecesi ile korelasyon içindeki suda çözünen azot değerinin (SÇA) kaşar peyniri örneklerinde ortalama %0,15 (KT 0) ile %0,42 (KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama SÇA değerleri açısından incelendiğinde en yüksek toplam SÇA oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%0,34) ve en düşük toplam SÇA değeri ise 1. günde (%0,22) saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Suda çözünen azot (%) değerlerine ait değişim grafiği Şekil 4.8.'de, elde edilen bulgular Çizelge 4.7'de; bu değerler arasındaki LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.8'de belirtilmektedir.



Şekil 4.7. Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca toplam azot içerikleri değişim grafiği



Şekil 4.8. Kaşar peynirlerinin olgunlaştırma süreci boyunca %SÇA değerlerine ait değişim grafiği

Varyans analizine göre örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasında yapılan LSD testine göre kaşar peyniri örneklerinin farklı gruplara ayrıldığı, yayık altı tozu kullanımının kontrol grubuna kıyasla suda çözünen azot miktarını nispeten arttırdığı saptanmıştır. Azot fraksiyonlarının değişimi starter ve enzimden kaynaklanan peptidolitik aktivite ile korelasyon göstermektedir. Olgunlaşma ilerledikçe oluşan proteoliz sonucunda azotlu ürünlerin peynir ortamından uzaklaşmasına bağlı olarak olgunlaşma boyunca suda çözünen azot miktarı kısmi olarak artmıştır (Çizelge 4.8).

4.2.9. Protein oranı (%)

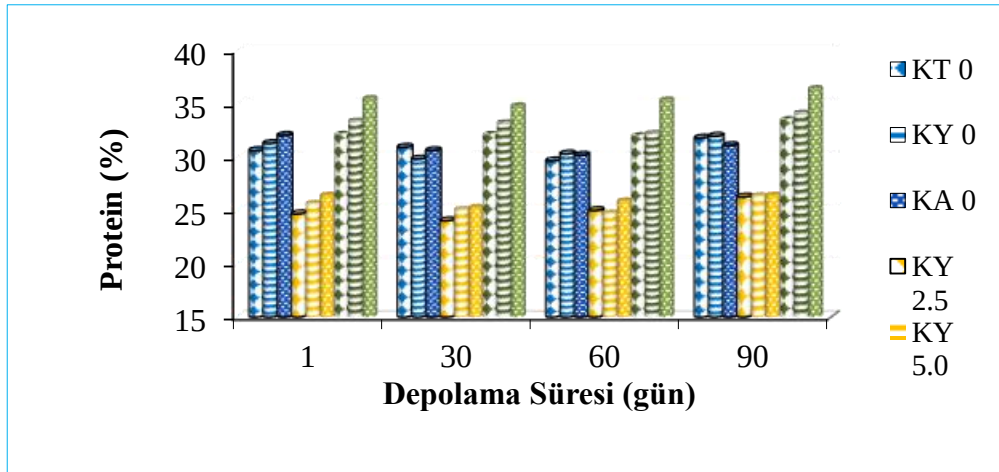
Süt proteinleri arasında kazein peynirin temel protein yapısını oluşturmaktadır. Kazein, koloidal kalsiyum fosfat ile birleştikten sonra agregatlar şeklindeki kazein misellerini şekillendirmektedir. Peynir proteininin besin değeri peynir üretim sürecinde peynir altı suyunda kükürt içeren proteinlerin kaybından dolayı süt proteinine göre biraz daha düşük olmaktadır. Ancak, süt konsantrasyonu için ultra filtrasyon teknikleri ve süte peynir altı suyu ya da yayık altı suyu gibi proteinlerinin eklenmesi biyolojik olarak aktif protein kaybını önlemektedir. Ancak peynirdeki proteinin sindirilebilirliği süten daha yüksektir. Bu büyük ölçüde üretim süreci ve bu süreçte proteinlerin daha küçük peptitlere dönüşümünden kaynaklanmaktadır (Kwak vd., 2011). Bu anlamda peynirin biyolojik değerli protein yapısının oluşumunda biyoaktif değeri yüksek yayık altı suyu proteinleri ayrı bir önem taşımaktadır (Romeih vd., 2012; Ozcan & Demiray-Teymuroglu, 2020).

Peynir örneklerinde ortalama protein değerlerinin %24,10 (KY 2,5) ile %36,50 (KA 5,0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama protein değerleri açısından incelendiğinde en yüksek toplam protein oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%31,00) ve en düşük protein değeri ise 30. ve 60. günde (%29,60) saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süreci boyunca protein (%) değerlerine ait değişim grafiği Şekil 4.9'da, olgunlaşma boyunca protein (%) değerleri Çizelge 4.7'de; bu değerler arasındaki LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.8'de belirtilmektedir.

Ortalama protein oranları incelendiğinde en yüksek protein içeriğine sahip olan peynirler sırasıyla KA 7,5, KA 5,0 ve KA 2,5 örnekleri şeklindedir. Gruplar arasındaki varyans analizi sonuçlarına göre protein değerlerinin, varyasyon kaynakları olan örnekler, dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar içerdiği saptanmıştır ($p \leq 0,01$).

Gruplar arasında uygulanan LSD testine göre peynirlerinin protein değerlerinin kısmen arttığı saptanmıştır. Bu durum olgunlaşma sürecinin protein oranı üzerinde gözle görülür bir etkisi olmadığını göstermiştir. Örneklerin geneli incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla yayık altı tozu içeriğinin artmasının az yağlı peynir grubunda protein yüzdesini arttırdığı ancak yarım yağlı peynir grubunda gözle görülür bir değişiklik yaratmadığı saptanmıştır. Bu durum az yağlı peynir grubunda düşük toplam kurumadde içeriği nedeni ile yayık altı tozunun protein oranını doğrudan yükseltmesiyle açıklanabilir. Yarım yağlı peynir grubunda ise yağ içeriğinin toplam kurumadde oranını yükselttiği ve dolayısıyla artan kurumadde oranı ile toplam protein yüzdesinin düşük çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.9. Kaşar peyniri örneklerinin depolama süresince protein oranlarının değişimi grafiği

Benzer sonuçlar Hickey vd. (2017) çalışmasında da görülmüştür. Bu çalışmada %10 yayık altı tozu içeren peynir örneklerinde protein içeriğinin %5 içeren örneklere göre daha düşük çıktığı, bunun muhtemel sebebinin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde artan yağsız maddedeki rutubet içeriğinden, ikincil olarak da yayık altı tozu ilavesinin yağın tutulmasını azaltması ve protein kaybına neden olduğu ihtimali üzerinde durulmuştur (Govindasamy-Lucey vd., 2006; Hickey vd., 2017).

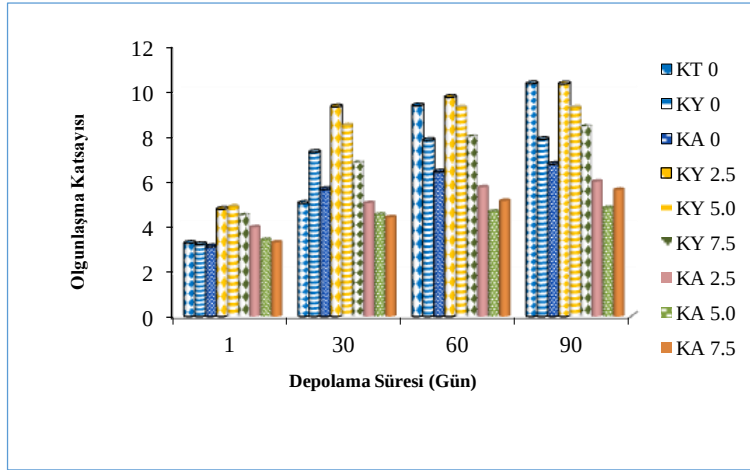
4.2.10. Olgunlaşma katsayısı

Sütün temel protein fraksiyonları kazein ve serum proteinleridir. Bu bileşenler gerek beslenme fizyolojisi gerekse peynirin işlenmesi ve olgunlaşma sürecinde büyük önem taşımaktadır. Peynir tekstürü ve aroması da, süt ve peynir mayasında bulunan enzim ve mikroorganizmaların öncelikli olarak protein, yağ, laktoz ve sitrat gibi süt bileşenleri üzerine etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (McSweeney & Sousa, 2000).

Kaşar peynirlerinin olgunlaştırma süreci boyunca olgunlaşma katsayısı değerlerine ait değişim grafiği Şekil 4.10.'da, olgunlaşma katsayısı değerleri Çizelge 4.7'de; bu değerler arasındaki LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.8'de belirtilmektedir.

Peynir örneklerinde olgunlaşma katsayısı değerlerinin %3,08 (KA 0) ile %10,30 (KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler olgunlaşma katsayısı değerleri açısından incelendiğinde en yüksek olgunlaşma katsayısı oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%7,31) ve en düşük değer ise 1. günde (%4,10) saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasında $p \leq 0,01$ derecesinde önemli farklılık saptanmıştır. Farklı gruplar arasında yapılan LSD testine göre her olgunlaşma döneminin farklı grupta olduğu, olgunlaşma süreci ilerledikçe olgunlaşma indeksinin ya da katsayısının arttığı görülmüştür. Örneklerdeki yayık altı tozu oranı arttıkça olgunlaşma indeksi değerlerinin kısmen azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Proteinlerin parçalanarak suda çözünabilir azotlu bileşiklere dönüşmesi olgunlaşma katsayısını depolama boyunca arttırmıştır (Çizelge 4.8).



Şekil 4.10. Kaşar peyniri örneklerinde olgunlaştırma süreci boyunca olgunlaşma katsayısı değerleri değişim grafiği

4.2.11. Laktoz (%)

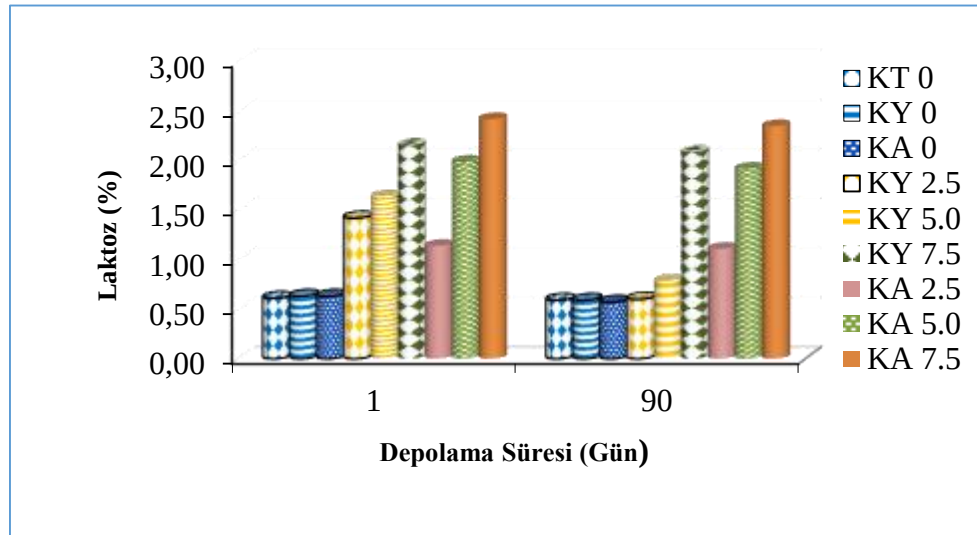
Sert ve olgunlaştırılmış peynirler oldukça düşük laktoz içeriğine sahiptirler. Olgunlaştırma süreci boyunca laktik asit bakterileri tarafından laktozun laktik asite metabolize edilmesi ortamdaki toplam asit miktarını artırırken laktoz miktarının düşmesine de sebep olmaktadır (Paquet vd., 2000).

Kaşar peyniri örneklerinde laktoz değişimi olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde belirlenmiştir. Depolama boyunca laktoz (%) değerleri Çizelge 4.9’da; bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10’da, olgunlaşma boyunca laktoz oranlarındaki değişim ise Şekil 4.11’de özetlenmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde laktoz değerlerinin %0,61 (KT 0) ile %2,42 (KY 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler laktoz değerleri açısından incelendiğinde en yüksek laktoz oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%1,42) ve en düşük laktoz değeri ise 90. günde (%1,33) saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Laktoz miktarı açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.11’de özetlenmiştir. Örneklerin dönemsel ortalamaları incelendiğinde en yüksek örneğin KY 7,5 (%2,12) olduğu ve yayık altı tozu ilavesinin laktoz içeriğini belirgin bir şekilde arttırdığı saptanmıştır.

Farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin 7 farklı gruba ayrıldığı, kontrol grubu örneklerinin (KT 0, KY 0 ve KA 0) aynı gruba girdiği ve yayık altı tozu içeren diğer bütün örneklerin ayrı birer grup oluşturdukları belirlenmiştir. Laktoz beklenildiği gibi depolama sonunda azalmıştır.



Şekil 4.11. Olgunlaşma süreci boyunca kaşar peyniri örneklerinin laktoz içeriği değişim grafiği

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca toplam azot, suda çözünen azot, protein ve olgunlaşma katsayısı değerleri

Kaşar Peyniri	Toplam Azot (%)				Suda Çözünen Azot (%)				Protein (%)				Olgunlaşma Katsayısı			
	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
Gün																
KT 0	4,76	4,85	4,65	4,99	0,15	0,17	0,22	0,26	30,65	31,00	29,70	31,80	3,24	3,57	4,66	5,21
KY 0	5,13	4,68	4,75	5,02	0,16	0,22	0,27	0,32	31,31	29,80	30,30	32,00	3,19	4,78	5,69	6,45
KA 0	5,60	4,80	4,73	4,88	0,25	0,27	0,30	0,33	32,08	30,60	30,20	31,10	3,08	5,62	6,40	6,73
KY 2,5	4,54	3,77	3,92	4,12	0,29	0,35	0,38	0,42	24,70	24,10	25,00	26,30	6,29	9,28	9,70	10,30
KY 5,0	4,13	3,94	3,89	4,14	0,28	0,33	0,36	0,38	25,72	25,20	24,80	26,40	4,86	8,12	9,26	9,26
KY 7,5	4,59	3,97	4,07	4,15	0,23	0,27	0,32	0,35	26,47	25,30	25,90	26,50	4,48	6,80	7,95	8,41
KA 2,5	4,14	5,04	5,03	5,26	0,19	0,25	0,29	0,31	32,19	32,20	32,10	33,60	3,95	5,02	5,72	5,97
KA 5,0	6,25	5,22	5,06	5,36	0,24	0,27	0,34	0,38	33,46	33,30	32,30	34,20	3,40	4,51	6,65	7,03
KA 7,5	6,06	5,47	5,55	5,72	0,20	0,22	0,28	0,32	35,56	34,90	35,40	36,50	3,27	4,08	5,12	5,60
Minimum	4,13	3,77	3,89	4,12	0,15	0,17	0,22	0,26	24,70	24,10	24,80	26,30	3,08	3,57	4,66	5,21
Maksimum	6,25	5,47	5,55	5,72	0,29	0,35	0,38	0,42	35,56	34,90	35,40	36,50	6,29	9,28	9,70	10,30
Ortalama	5,05	4,63	4,65	4,86	0,22	0,26	0,31	0,34	30,22	29,60	29,60	31,00	4,10	5,87	6,86	7,31

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin bazı protein ve olgunlaşma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Toplam Azot (%)	Suda Çözünen Azot (%)	Protein (%)	Olgunlaşma Katsayısı
KT	0	12	4,81 ^d	0,33 ^{ab}	30,77 ^d	6,97 ^c
KY	0	12	4,89 ^d	0,31 ^b	30,87 ^d	6,52 ^d
	2,5	12	4,09 ^f	0,34 ^a	25,01 ^g	8,50 ^a
	5	12	4,03 ^f	0,32 ^{ab}	25,52 ^f	7,96 ^b
	7,5	12	4,19 ^e	0,29 ^c	26,05 ^e	6,91 ^c
KA	0	12	5,03 ^c	0,26 ^{de}	31,00 ^d	5,46 ^e
	2,5	12	4,87 ^d	0,26 ^{de}	32,55 ^c	5,10 ^e
	5	12	5,47 ^b	0,25 ^e	33,31 ^b	4,34 ^f
	7,5	12	5,70 ^a	0,27 ^d	35,59 ^a	4,59 ^f
Olgunlaşma Süresi (Gün)						
1		27	5,02 ^a	0,20 ^d	30,23 ^a	3,81 ^c
30		27	4,63 ^c	0,28 ^c	29,59 ^b	6,26 ^b
60		27	4,62 ^c	0,33 ^b	29,53 ^b	7,32 ^a
90		27	4,84 ^b	0,36 ^a	30,93 ^a	7,69 ^a
ANOVA		DF				
Örnek (Ö)		8	**	**	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**	**
Ö x D		24	**	**	**	**
Hata		72				

^a:Yayık altı tozu (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca laktoz değerleri

Kaşar Peyniri Çeşidi	Laktoz (%)	
Gün	1	90
KT 0	0,61	0,59
KY 0	0,63	0,59
KA 0	0,63	0,57
KY 2,5	1,42	1,09
KY 5,0	1,64	1,35
KY 7,5	2,16	2,09
KA 2,5	1,14	1,11
KA 5,0	1,99	1,92
KA 7,5	2,42	2,35
Minimum	0,61	0,57
Maksimum	2,42	2,35
Ortalama	1,42	1,33

Çizelge 4.10 Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin laktoz değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Laktoz (%)
KT	0	6	0,59 ^g
	0	6	0,60 ^g
KY	2,5	6	0,99 ^f
	5	6	1,21 ^d
	7,5	6	2,12 ^a
	0	6	0,59 ^g
KA	2,5	6	1,12 ^e
	5	6	1,55 ^c
	7,5	6	1,76 ^b
Olgunlaşma Süresi (Gün)			
1		27	1,40 ^a
90		27	0,94 ^b
ANOVA		DF	
Örnek (Ö)		8	**
Olgunlaşma Süresi (D)		1	**
Ö x D		8	**
Hata		36	

^a:Yayık altı tozu (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.2.12. Kaşar peynirlerinin renk özellikleri

Peynirin renk özellikleri tüketici beğenisi açısından önem taşımaktadır. Peynirin opak olması protein kümelerinin peynir matrisi içerisindeki yerine bağlı olarak değişmektedir. Yağ oranı azaldığında, ışığın yansıtılması da azalmakta ve peynir daha az opak görünmektedir. Peynirin yağ oranının azaltılması ve kalsiyum/protein oranının düşmesi de, daha yumuşak ve nemli peynir oluşumuna sebep olmakta, aynı zamanda opaklık da kaybolmaktadır (Pastorino vd., 2002; Aydinol & Ozcan, 2018; Dai vd., 2018).

Renk analizinde kaşar peyniri örneklerinin, beyazlık /siyahlık (L^*), kırmızılık/ yeşillik (a^*) ve sarılık/mavilik (b^*) değerleri belirlenmiştir. Kaşar peynirlerinin depolama boyunca renk (L^* , a^* , b^*) değerleri Çizelge 4.11’de; bu değerler arasında uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim Çizelge 4.12.’de, olgunlaşma boyunca renk (L^* , a^* , b^*) değerlerindeki değişim ise Şekil 4.12’de özetlenmiştir.

L^* değeri

Pasta-filata ve Mozzarella gibi peynirlerin beyazlığı, yağ ve peynirlerde protein matrisi ve serum fazındaki değişimden etkilenmektedir (Dai vd., 2018). Peynir örneklerinde L^* değerlerinin 58,68 (KA 7,5) ile 84,29 (KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler L^* değerleri açısından incelendiğinde en yüksek L^* değeri olgunlaşmanın 1. gününde (79,96) ve en düşük L^* değeri ise 90. günde (65,58) saptanmıştır (Çizelge 4.11).

L^* değeri açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Örneklerin dönemsel ortalamaları incelendiğinde L^* değerinin en düşük KA 7,5, en yüksek ise KY (2,5, 5,0 ve 7,5) örneklerinde olduğu ve olgunlaşma süreci boyunca L^* değerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Bunun nedeni, yağın ışığı yansıtarak süt ürünlerinin beyazlığına katkıda bulunmasıdır (Dai vd., 2018). Zamanla azalan L^* değerinin, peynirlerin serum fazındaki zamana bağlı değişikliklerin neden olduğu kazein matrisinin bozulmasından kaynaklandığı Metzger vd. (2000) tarafından belirtilmiştir.

CIE renk sisteminde parlaklığın simgesi olan L^* değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında temsil edilmektedir. Bu değerin 100'e yaklaşması ürünün parlaklık seviyesinin artması olarak değerlendirilmektedir. Yarım yağlı ve yayık altı tozu ilaveli kaşar peynirlerinin L^* değerleri kontrol grubundan yüksek ve 100'e daha yakın (dolayısıyla daha parlak) bulunmuş olmasına rağmen az yağlı yayık altı tozu ilaveli peynirlerde kontrol grubundan daha düşük (dolayısıyla daha mat) L^* değerleri saptanmıştır. Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi yayık altı tozunun renk değeri 88,38 olup çiğ süte oldukça yakın bir değerdedir. Bu nedenle kaşar peynirlerindeki L^* değerlerinin farklı çıkmasının yayık altı tozundan değil peynirlerin yağlılık seviyelerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

a^* değeri

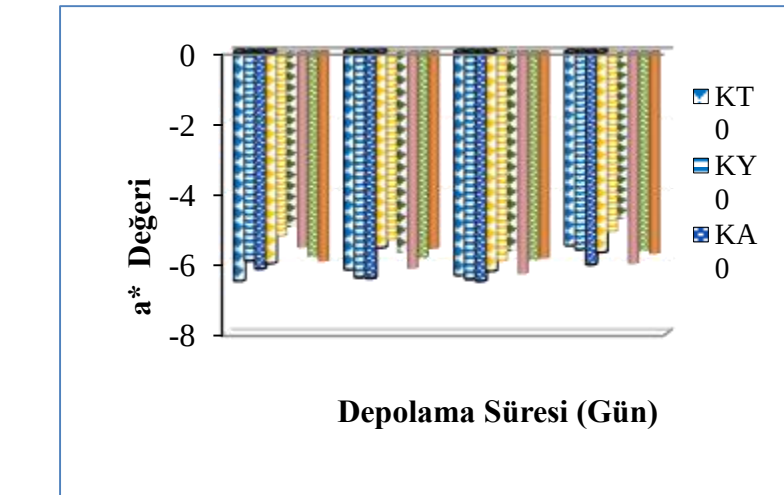
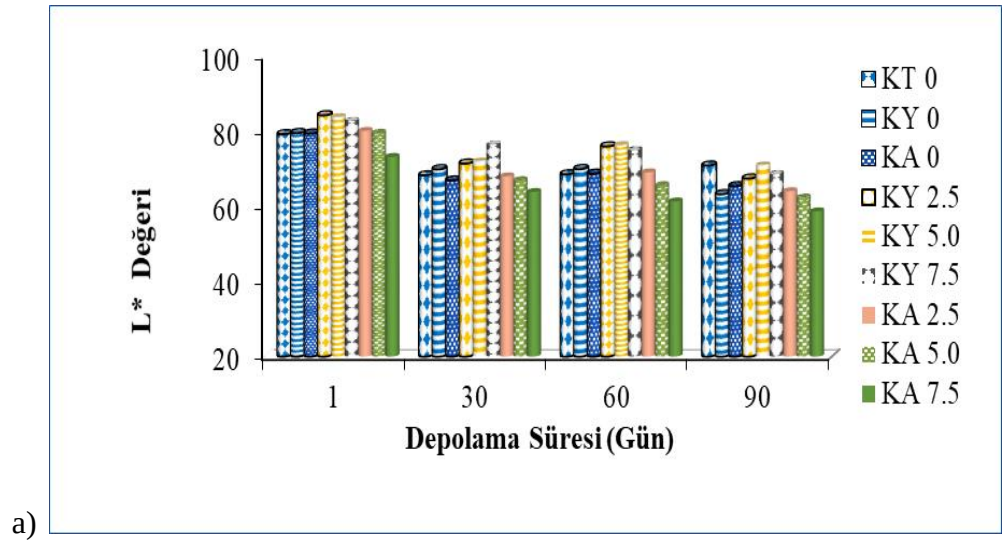
Kazein ve yağ oranı, peynirlerin yoğun bir yapıya sahip olmasına ve ışığın saçılımı ile de renk değişikliklerine neden olmaktadır (Zisu & Shah, 2007). Peynir örneklerinde a^* değerlerinin -4,73 (KY 7,5) ile -6,51 (KA 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler mutlak a^* değerleri açısından incelendiğinde en yüksek a^* değeri olgunlaşmanın 60. gününde (-6,13) ve en düşük a^* değeri ise 90. günde (-5,53) saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin dönemsel ortalamaları incelendiğinde a^* değerinin en düşük KA 0, en yüksek KY 5 ve KY 7,5 örneklerinde olduğu ve varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yayık altı suyu ilave edilmemiş KY ve KA örnekleri daha yeşilimsi renk yönünde sonuç vermiştir. Olgunlaşma süreci boyunca a^* değerinin düştüğü ve yayık altı tozu ilavesinin kontrol grubuna kıyasla nem kaybına bağlı olarak a^* değerini yükselttiği (0'a yaklaştırdığı) saptanmıştır (Çizelge 4.12). Yeşilimsi rengin depolama boyunca azalması ($-a^*$ değeri) Dai vd. (2018) tarafından da belirtilmiştir.

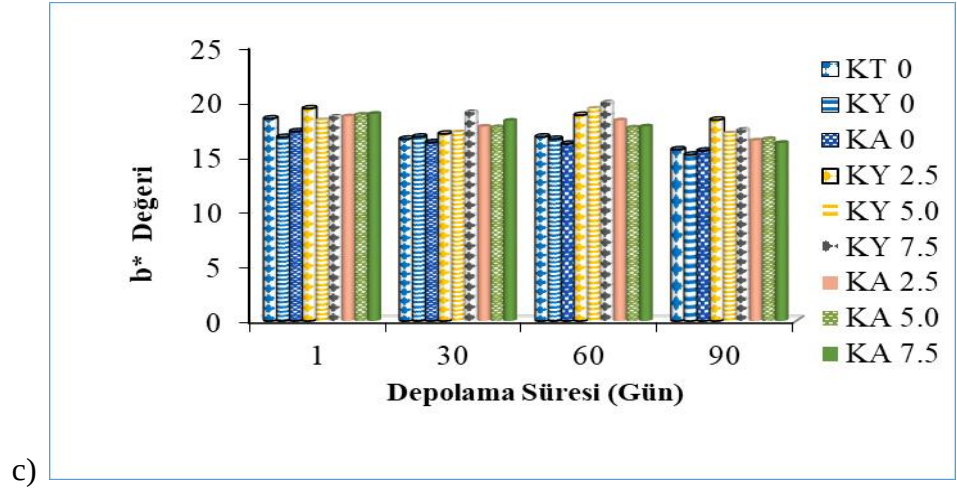
b^* değeri

b^* değeri peynirlerin sarılık yönündeki renk değişimin ifade etmektedir. Peynir örneklerinde b^* değerlerinin 15,11 (KY 0) ile 19,89 (KY 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler b^* değerleri açısından incelendiğinde en yüksek b^* değeri

olgunlaşmanın 1. gününde (18,27) ve en düşük b^* değeri ise 90. günde (16,51) saptanmıştır (Çizelge 4.11) ve varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Örnek ortalamaları dikkate alındığında b^* değeri en düşük KA grubu az yağlı peynir grubu örneklerde saptanırken, olgunlaşma süreciyle birlikte b^* değerinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).



Şekil 4.12. Kaşar peynirlerinin renk özelliklerinin (L^* , a^* , b^*) depolama süresince değişim grafikleri: a) L^* değeri, b) a^* değeri, c) b^* değeri



Şekil 4.12. Kaşar peynirlerinin renk özelliklerinin (L^* , a^* , b^*) depolama süresince değişim grafikleri: a) L^* değeri, b) a^* değeri, c) b^* değeri (devamı)

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Kaşar												
Peyniri												
Çeşidi												
Günler	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	79,25	68,30	68,56	70,90	-6,50	-6,18	-6,34	-5,49	18,42	16,57	16,76	15,60
KY 0	79,55	69,91	69,95	63,27	-5,93	-6,41	-6,46	-5,61	16,73	16,76	16,56	15,11
KA 0	79,43	66,92	68,72	65,40	-6,16	-6,43	-6,51	-6,04	17,25	16,25	16,11	15,48
KY 2,5	84,29	71,43	75,99	67,44	-6,00	-5,55	6,22	-5,68	19,34	17,03	18,73	18,30
KY 5,0	83,79	72,02	76,40	70,98	-5,24	-5,35	5,95	-5,12	18,28	17,17	19,35	17,10
KY 7,5	82,79	76,45	75,01	68,63	-4,97	-5,69	5,66	-4,73	18,59	19,01	19,89	17,40
KA 2,5	80,12	68,01	69,06	64,06	-5,56	-6,16	6,31	-6,02	18,63	17,69	18,26	16,43
KA 5,0	79,62	66,99	65,66	62,38	-5,82	-5,86	5,91	-5,66	18,78	17,64	17,61	16,57
KA 7,5	73,19	63,86	61,32	58,68	-5,95	-5,60	5,87	-5,73	18,86	18,23	17,71	16,21
Minimum	73,19	63,86	61,32	58,68	-4,97	-5,35	5,66	-4,73	16,73	16,25	16,11	15,11
Maksimum	84,29	76,45	76,40	70,98	-6,50	-6,43	6,51	-6,04	19,34	19,01	19,89	18,30
Ortalama	79,96	69,47	69,85	65,58	-5,78	-5,91	6,13	-5,53	18,27	17,42	17,91	16,51

Çizelge 4.12. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	L*	a *	b *
KT	0	12	71,75 ^b	-6,12 ^{de}	16,83 ^d
KY	0	12	70,67 ^{bc}	-6,10 ^d	16,29 ^e
	2,5	12	74,78 ^a	-5,86 ^{bc}	18,35 ^{ab}
	5	12	75,79 ^a	-5,41 ^a	17,97 ^{bc}
	7,5	12	75,72 ^a	-5,26 ^a	18,72 ^a
KA	0	12	70,11 ^c	-6,28 ^e	16,27 ^e
	2,5	12	70,31 ^c	-6,01 ^{cd}	17,75 ^c
	5	12	68,66 ^d	-5,81 ^b	17,65 ^c
	7,5	12	64,26 ^e	-5,78 ^b	17,75 ^c
Olgunlaşma Süresi (Gün)					
1		27	80,2256 ^a	-5,79 ^b	18,32 ^a
30		27	69,3207 ^b	-5,91 ^c	17,37 ^c
60		27	70,0752 ^b	-6,13 ^d	17,88 ^b
90		27	65,7489 ^c	-5,56 ^a	16,46 ^d
ANOVA		DF			
Örnek (Ö)		8	**	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**
Ö x D		24	**	**	**
Hata		72			

^a:Yayık altı tozu tozu (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.3. Kaşar Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri

Gıdaların duyuşal ve tekstürel özellikleri, tüketici tarafından kabul edilebilirliklerini belirleyen en önemli parametrelerdendir. Süt bileşimi ve peynir üretiminde uygulanan işlemlerin peynirin makro ve mikro yapısını değiştirdiğı bilinmektedir. Sütün fermentasyonunda jel yapısı; protein miktarı ve içeriğı, pH, kalsiyum konsantrasyonu ve sıcaklıktan etkilenmektedir. Peynirlere yağsız süt tozu, yayık altı tozu, süt protein konsantratları ve kazein gibi süt proteini içeren katkıların ilave edilmesi ile peynirlerin fiziko-kimyasal, reolojik özelliklerinin değiştii belirtilmektedir (Delikanlı & Özcan, 2014; Schädle vd., 2020).

Kaşar peynirlerinin depolama boyunca tekstür profili silindir probu ile elde edilen tekstürel parametrelerinin değişim grafikleri Şekil 4.13’de; depolama boyunca elde edilen tekstür değerleri Çizelge 4.13’de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.14’de belirtilmektedir.

4.3.1. Sertlik

Peynirde kazein, yağ ve su peynirlerin reolojik özelliklerine ve sertliğine katkıda bulunmaktadır (Pappa vd., 2007). Duyusal olarak sertlik, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken güç iken tekstürel anlamda deformasyonu oluşturmak için gerekli kuvvettir (Baysal & Özcan, 2020).

Kaşar peyniri örneklerinde sertlik değerlerinin 6548,0 g (KY 0) ile 37223,8 g (KA 2,5) aralığında değiştii belirlenmiştir. Örnekler dönemsel sertlik değerleri açısından incelendiğinde en yüksek sertlik değeri olgunlaşmanın 30. gününde (27608,6 g) ve en düşük sertlik değeri ise 90. günde (20702,7 g) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki sertlik değerindeki değişim Çizelge 4.14.’de özetlenmiştir. Gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin ve dönemlerin farklı gruba ayrıldığı görülmüştür. Olgunlaşma sürecinin ilk 30 günü sertlik değerinin arttığı, sonraki dönemlerde ise azaldığı, yayık altı tozu ilavesinin kontrol grubuna kıyasla sertlik değerini arttırdığı, az yağlı örneklerde sertliğin daha yüksek

olduğu ancak bu artışın yayık altı tozu oranındaki artıştan bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Yarım yağlı peynirlerde protein matriksinde yağın da bulunması yumuşak bir yapının oluşmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14).

Sołowiej vd. (2010), peynir altı suyu proteinlerinin eritme peynirine ilave edilmesinin kazenin bu proteinlerle yer değiştirmesinin bir sonucu olarak peynirin sertliğinin artmasına, su bağlama kapasitesinin azalmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.2. Dış yapışkanlık

Gıda maddesinin yüzeyi ile temas ettiği yüzey (dış, dil, damak veya prob) arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli işi tanımlayan dış yapışkanlık ya da tutunabilirlik değerleridir (Baysal & Ozcan, 2020). Kaşar peyniri örneklerinde dış yapışkanlık değerlerinin $0,3 \text{ gs}^{-1}$ (KA 5,0) ile 760 gs^{-1} (KY 2,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler dönemsel dış yapışkanlık ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek dış yapışkanlık değeri olgunlaşmanın 60. gününde ($202,1 \text{ gs}^{-1}$) ve en düşük ise 1. günde ($1,3 \text{ gs}^{-1}$) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Dış yapışkanlık değeri açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin farklı gruplara ayrıldığı belirlenmiştir. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla az yağlı peynir grubunda dış yapışkanlık değerlerini azaltırken yarım yağlı grupta yapışkanlığın ve viskozitenin de artışına bağlı olarak arttırdığı dikkat çekici bulunmuştur. Dönem ortalamaları dikkate alındığında dış yapışkanlık depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.14).

Yapışkanlık, maksimum negatif kuvveti ifade etmektedir. Daha yapışkan bir örnek probu çıkarmak için daha büyük bir kuvvet gerektirmektedir. Protein oranındaki artışa bağlı olarak protein matriksinde su absorpsiyonunun fazla olmasının burada etkili olduğu düşünülmektedir.

Peynir altı suyu protein konsantratinin peynirin tekstürünü iyileştirdiği ve yapışkanlığı artırdığı Britten ve Giroux (2001) tarafından da bildirilmiştir.

4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

Gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü bağlılık ve iç yapışkanlık gibi terimler ifade etmektedir (Baysal & Ozcan, 2020). Kaşar peyniri örneklerinde iç yapışkanlık değerlerinin 0,2 (KA 7,5) ile 0,8 (KT 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler dönemsel iç yapışkanlık ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek iç yapışkanlık değeri olgunlaşmanın 30. ve 60. gününde (0,5) ve en düşük ise 1. ve 90. günde (0,4) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Varyans analizi sonuçlarına göre iç yapışkanlık değeri açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür. Gruplar arasındaki iç yapışkanlık değerlerindeki değişim Çizelge 4.14’de özetlenmiştir. Farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin ve dönemlerin farklı gruplara ayrıldığı, yayık altı tozu ilavesinin iç yapışkanlık değerini belirgin şekilde azalttığı, yayık altı tozu oranı arttıkça iç yapışkanlığın daha da düştüğü tespit edilmiştir. Bu durumun yayık altı tozu içeren peynirlerde artan kurumadde içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İç yapışkanlık değeri depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.14).

Süt protein ikamelerinin çözünürlük, jelleşme, emülsifikasyon ve su bağlama gibi fonksiyonel özellikleri nedeniyle peynir tekstürünü önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Aydinol & Ozcan, 2017).

Johnson vd. (2009), peynir altı suyu protein konsantratinin viskoziteyi iyileştirdiğini ve yapışkanlık değerini artırdığını açıklamışlardır.

4.3.4. Esneklik (Springiness)

Peynir hem katı hem sıvı davranış gösterebilen visko-elastik bir gıda özelliği göstermektedir (Wendin vd., 2000).

Esneklik, gıda maddesinin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak tanımlanmaktadır. Esneklik ve çiğnenebilirlik arasında pozitif bir korelasyon olduğu peynir üzerine yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Baysal & Ozcan, 2020).

Kaşar peyniri örneklerinde esneklik değerlerinin 0,4 mm (KT 0) ile 0,9 mm (KA 2,5 ve KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler, dönemsel esneklik ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek esneklik değeri olgunlaşmanın 1. gününde (0,9 mm) ve en düşük ise 60. günde (0,7 mm) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Varyans analizi sonuçlarına göre esneklik değeri açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. Gruplar arasındaki esneklik değerindeki değişim Çizelge 4.13.'de özetlenmiştir. Gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin ve dönemlerin farklı gruplarda yer ayrıldığı, esnekliğin az yağlı kaşar peyniri örneklerinde daha yüksek olduğu ve ilk 60. gün esneklik değeri azalırken 90. günde arttığı belirlenmiştir. Diğer taraftan yayık altı tozu ilavesinin kendi içerisinde az yağlı kaşar peynirlerinde esneklik değerini kontrol grubuna göre arttırırken yarım yağlı peynir grubunda kontrol grubuna göre azalttığı ancak her iki grupta da tam yağlı peynir grubundan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Gunasekaran ve Ak (2002), peynirin yapısının fiziko-kimyasal özellikler, kurumadde/yag oranı ve pıhtıdaki granüllerin heterojenliğinden etkilediğini bildirmişlerdir. Lobato-Calleros vd. (2006) ise, yağ ikame proteinlerin, kazein zincirleri ve yağ ikameleri arasındaki etkileşime neden olduğunu ve tam yağlı süt jellerinden daha iyi tekstür oluşturduğunu belirtmişlerdir.

4.3.5. Sakızımsılık (Gumminess)

Sakızımsılık, yarı katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerjidir ve düşük sertlik değerine sahip gıdalarla ilgili bir parametredir (Baysal & Ozcan, 2020).

Kaşar peyniri örneklerinde sakızımsılık değerlerinin $3594,1 \text{ gs}^{-1}$ (KY5,0) ile $27488,0 \text{ gs}^{-1}$ (KY 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler, dönemsel sakızımsılık ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek sakızımsılık değeri olgunlaşmanın 60. gününde ($15166,4 \text{ gs}^{-1}$) ve en düşük ise 90. günde ($7715,4 \text{ gs}^{-1}$) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Sakızımsılık değeri açısından varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki esneklik değerindeki değişim Çizelge 4.14’de özetlenmiştir.

Farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre olgunlaşma sürecinin ilk 30 gününde sakızımsılığın arttığı ancak sonraki dönemlerde azalma eğiliminde olduğu dikkat çekmiştir. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla genel olarak sakızımsılık değerlerini az yağlılarda arttırıcı ancak yarım yağlılarda azaltıcı etkide bulunduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süreci boyunca oluşan proteoliz ve lipoliz nedeniyle protein ağ yapısında meydana gelen değişimler sonucunda sakızımsılık değerinde düşüşler olması beklenen bir sonuç olmuştur.

Manda sütü kullanımının kaşar peynirinin tekstürel, duyuşal ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında Okumuş (2019) benzer şekilde depolama süreci boyunca sakızımsılık değerinde düşüş olduğunu bildirmiştir.

4.3.6. Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Süt proteinleri, peynir üretiminde emülgatör olarak da görev yapmaktadırlar ve jel oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri ile tekstürel ve duyuşal özelliklerin iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Dees, 2002).

Kaşar peyniri örneklerinde çiğnenebilirlik değerlerinin $3341,4 \text{ gmm}^{-1}$ (KY 7,5) ile $18946,1 \text{ gmm}^{-1}$ (KA 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler dönemsel çiğnenebilirlik ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek çiğnenebilirlik değeri olgunlaşmanın 30. gününde ($10459,6 \text{ gmm}^{-1}$) ve en düşük ise 90. günde ($6215,8 \text{ gmm}^{-1}$) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Çiğnenebilirlik değeri açısından varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin farklı gruplarda yer ayrıldığı, sakızımsılık değerinde görüldüğü gibi genel olarak yayık altı tozu kullanımının yarım yağlı kaşar peynirlerinde çiğnenebilirlik değerlerini

düşürdüğü, ancak az yağlı grupta arttırdığı saptanmıştır. Olgunlaşmanın ilk 30 gününde çiğnenebilirlik değerinin arttığı ancak sonraki dönemlerde azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

4.3.7. Elastikiyet (Resilience)

Süt fermentasyonları ve süt ürünleri tekstürü, gıda matriksi protein konsantrasyonu, su miktarı, iyonik güç, zaman, sıcaklık, pH ve gıda sistemindeki diğer bileşenlerin etkileşimleri sonucu oluşmaktadır (Raikos vd., 2007).

Kaşar peyniri örneklerinde elastikiyet değerlerinin 0,1 (KY 7,5 ve KA 7,5) ile 0,5 (KT 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler dönemsel elastikiyet ortalamaları açısından incelendiğinde elastikiyet değerinin olgunlaşmanın 1., 30. ve 60. günlerinde sabit kaldığı (0,2) ve 90. günde yarıya düştüğü (0,1) tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Elastikiyet değeri açısından varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre %7,5 yayık altı suyu tozu ilavesi elastikiyet değerini düşürmüştür. Yayık altı tozu kullanımının kontrol grubuna kıyasla elastikiyet değerini belirgin bir şekilde düşürdüğü ve elastikiyet değerlerinin depolama boyunca azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.14).

Genel olarak çiğnenebilirlik ve elastikiyet arasında bir korelasyon olduğu, ayrıca duyusal sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet arasında da anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Baysal & Ozcan, 2020).

Peynirin içerdiği yağ, peynirin tat, aroması ile reolojisini etkilemektedir. Peynirin yağı azaltıldığında yapısında kuruma, sertlik, yapışkanlık ve tat –aroma eksikliği görüldüğü ve elastikiyetinin değiştiği Aydinol & Ozcan (2018) ve Schädle vd. (2020) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özellikleri

Kaşar Peyniri Çeşidi	Sertlik (Hardness, g)				Dış Yapışkanlık (Adhesiveness, gs ⁻¹) ⁺				İç Yapışkanlık (Cohesiveness)				Esneklik (Springiness, mm)			
Günler	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	15622,9	27321,0	15174,2	20631,5	0,4	23,9	18,7	38,5	0,4	0,5	0,8	0,3	0,9	0,8	0,4	0,7
KY 0	6548,0	26689,8	23299,9	16955,3	0,9	76,7	164,8	115,9	0,5	0,6	0,5	0,4	0,8	0,7	0,9	0,9
KA 0	32239,9	21243,0	20037,9	12927,5	4,3	153,2	139,2	92,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8
KY 2,5	20753,4	19469,2	20063,2	12818,6	0,4	546,5	760,0	348,9	0,3	0,4	0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,8
KY 5,0	15577,3	24061,3	21570,8	12536,3	0,7	105,9	281,2	296,1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,8	0,7	0,7	0,7
KY 7,5	12589,1	26766,6	27676,9	18841,2	1,0	138,3	63,8	220,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,8	0,7	0,8
KA 2,5	34269,8	37223,8	31464,5	32828,9	1,6	13,9	14,5	35,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,9	0,9	0,7	0,9
KA 5,0	33730,2	30572,9	31030,1	25367,3	0,3	17,9	6,3	11,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,9	0,9	0,8	0,8
KA 7,5	29258,1	33654,0	29974,9	29458,0	0,4	6,5	8,3	4,9	0,3	0,3	0,3	0,2	0,9	0,8	0,9	0,9
Minimum	6548,0	19469,2	15174,2	12536,3	0,3	6,5	6,3	348,9	0,3	0,3	0,3	0,2	0,7	0,7	0,4	0,7
Maksimum	34269,8	37223,8	31464,5	32828,9	4,3	546,5	760,0	4,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9
Ortalama	21946,0	27608,6	24266,5	20702,7	1,3	148,7	202,1	138,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,8

(⁺) Dış yapışkanlık değerleri, (-) olup negatif kuvveti ifade etmektedir.

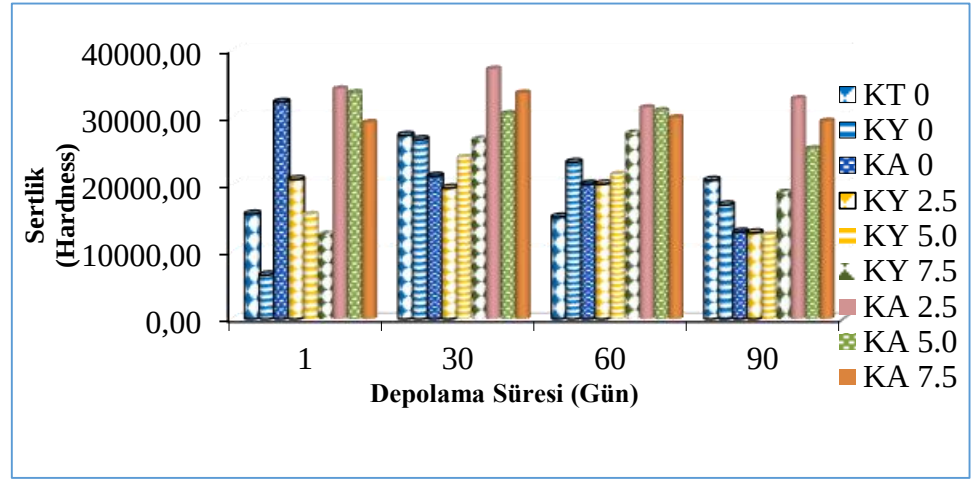
Çizelge 4.13. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özellikleri (devamı)

Kaşar Peyniri Çeşidi	Sakızimsılık (Gumminess, gs^{-1})				Çiğnenebilirlik (Chewiness, gmm^{-1})				Elastikiyet (Resilience)			
Günler	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	4748,5	14895,9	11539,2	3602,2	4499,6	9350,1	5164,9	2755,0	0,2	0,2	0,5	0,1
KY 0	7459,1	14669,0	12906,4	6800,3	11971,7	11108,7	9561,9	5769,5	0,3	0,3	0,2	0,2
KA 0	20710,8	14677,8	11782,2	7499,4	18946,1	12647,0	9063,8	5838,4	0,3	0,3	0,3	0,2
KY 2,5	5589,9	8618,0	10192,0	6169,1	5477,1	5755,7	5360,9	3741,0	0,1	0,2	0,2	0,2
KY 5,0	3594,1	8536,3	7839,1	6490,9	4545,7	5984,5	4996,5	3139,3	0,1	0,1	0,3	0,1
KY 7,5	4368,1	27488,0	10055,2	7025,5	3341,4	7046,9	8950,1	3251,2	0,1	0,1	0,1	0,1
KA 2,5	14332,7	19575,8	8801,2	9368,7	12749,2	16418,4	7559,9	12411,4	0,2	0,2	0,1	0,2
KA 5,0	19764,3	13023,1	11318,0	10848,2	13457,5	13152,2	8545,0	9167,5	0,3	0,2	0,1	0,1
KA 7,5	9045,9	9321,7	8170,7	11731,4	8342,1	11418,5	8070,8	7134,0	0,1	0,2	0,1	0,1
Minimum	3594,1	8536,3	7839,1	3602,2	3341,4	5755,7	4996,5	2755,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Maksimum	20710,8	27488,0	12906,4	11731,4	18946,1	16418,4	9561,9	12411,4	0,3	0,3	0,5	0,2
Ortalama	10356,2	15166,4	10304,5	7715,4	9601,6	10459,6	7439,3	6215,8	0,2	0,2	0,2	0,1

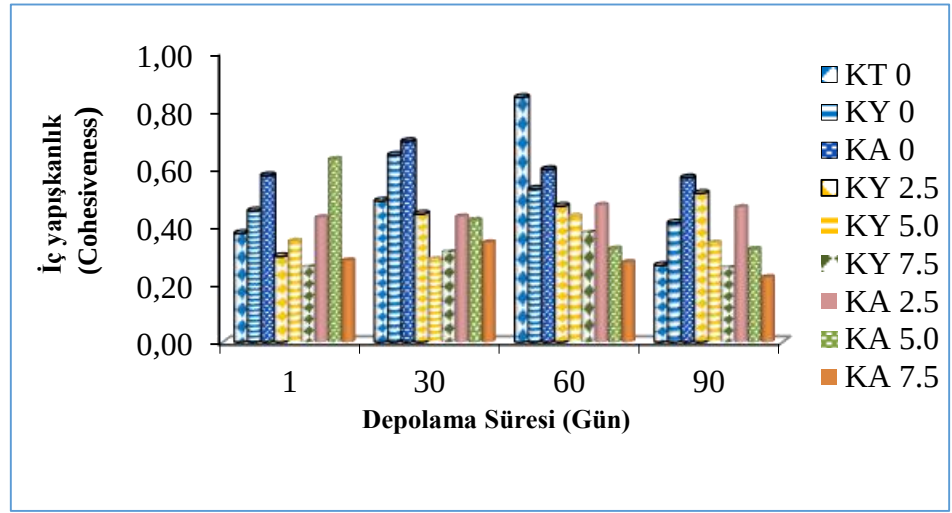
Çizelge 4.14. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin tekstürel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Sertlik (Hardness) (g)	Dış Yapışkanlık (Adhesiveness) (gs ⁻¹)	İç Yapışkanlık (Cohesiveness)	Esneklik (Springiness) (mm)	Sakızımsılık (Gumminess) (gs ⁻¹)	Çiğnenebilirlik (Chewiness) (gmm ⁻¹)	Elastikiyet (Resilience)
KT	0	12	19687,43 ^{cd}	-20,39 ^d	0,49 ^b	0,70 ^e	8696,51 ^{bc}	5442,40 ^d	0,25 ^{ab}
KY	0	12	18373,22 ^d	-89,58 ^c	0,51 ^{ab}	0,83 ^{abcd}	10458,71 ^{abc}	9603,00 ^{bc}	0,23 ^{abc}
	2,5	12	18276,14 ^d	-413,93 ^a	0,43 ^{bc}	0,75 ^{de}	7642,32 ^c	5083,70 ^d	0,15 ^{def}
	5	12	18436,44 ^d	-170,96 ^b	0,35 ^{cd}	0,76 ^{cde}	6615,11 ^c	4666,50 ^d	0,13 ^{ef}
	7,5	12	21468,50 ^c	-105,85 ^b	0,30 ^d	0,77 ^{bcde}	12234,23 ^{ab}	5647,40 ^d	0,09 ^f
KA	0	12	21612,11 ^c	-97,40 ^c	0,61 ^a	0,84 ^{abc}	13667,51 ^a	11623,80 ^a	0,28 ^a
	2,5	12	33946,81 ^a	-17,42 ^d	0,45 ^{bc}	0,86 ^{ab}	13019,63 ^{ab}	12284,70 ^a	0,17 ^{cde}
	5	12	30175,12 ^b	-9,09 ^e	0,42 ^{bc}	0,85 ^{ab}	13738,43 ^a	11080,50 ^{ab}	0,19 ^{bcd}
	7,5	12	30586,23 ^b	-4,99 ^e	0,28 ^d	0,88 ^a	9567,44 ^{abc}	8741,40 ^c	0,12 ^{ef}
Olgunlaşma Süresi (Gün)									
1		27	22287,63 ^c	-10,11 ^c	0,41 ^{bc}	0,860 ^a	9957,00 ^b	9258,90 ^a	0,19 ^a
30		27	27444,64 ^a	-120,75 ^b	0,45 ^{ab}	0,791 ^{bc}	14534,00 ^a	10320,20 ^a	0,19 ^a
60		27	24477,00 ^b	-161,85 ^a	0,48 ^a	0,746 ^c	10289,30 ^b	7474,90 ^b	0,20 ^a
90		27	20262,73 ^d	-129,43 ^{ab}	0,37 ^c	0,815 ^{ab}	7726,20 ^b	5911,90 ^c	0,14 ^b
ANOVA		DF							
Örnek (Ö)		8	**	**	**	**	**	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**	**	**	**	**
Ö x D		24	**	**	**	**	**	**	**
Hata		72							

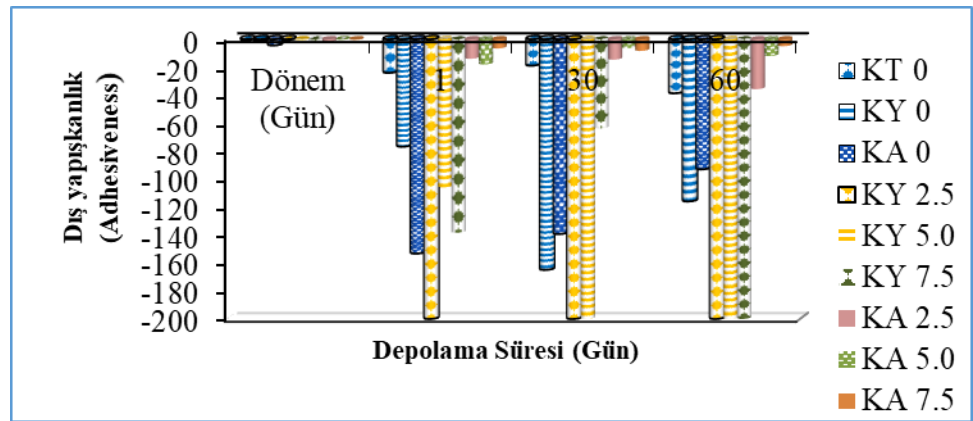
^a: Yayık altı tozu; (*) p≤0,05 derecesinde önemli. (**) p≤0,01 derecesinde önemli; (ns) önemli değil. Farklı harfler birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.



a)

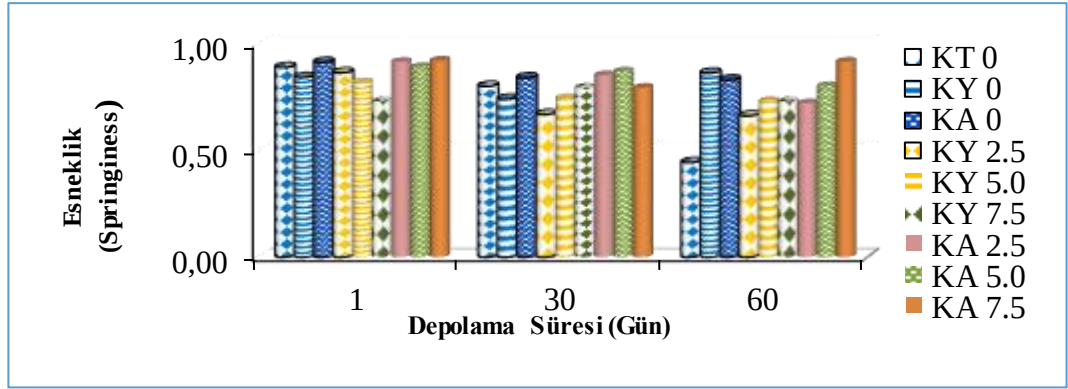


b)

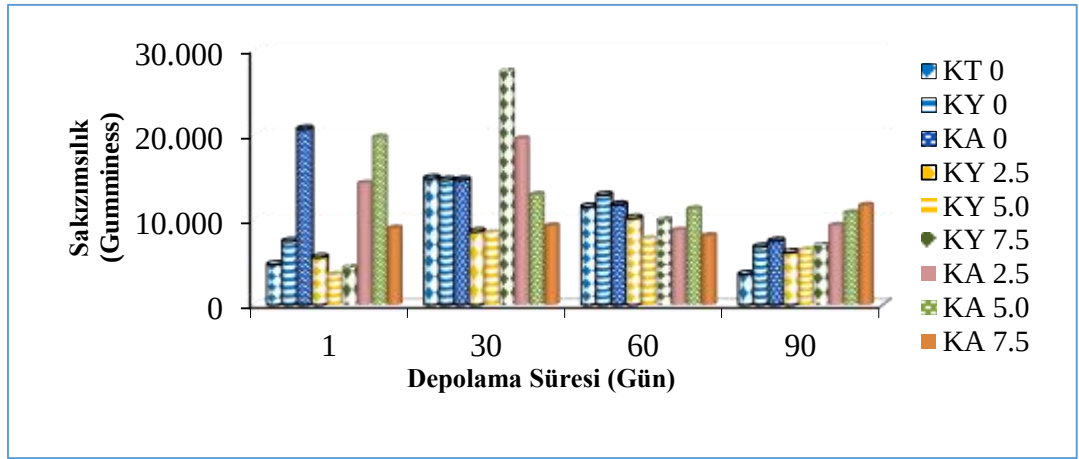


c)

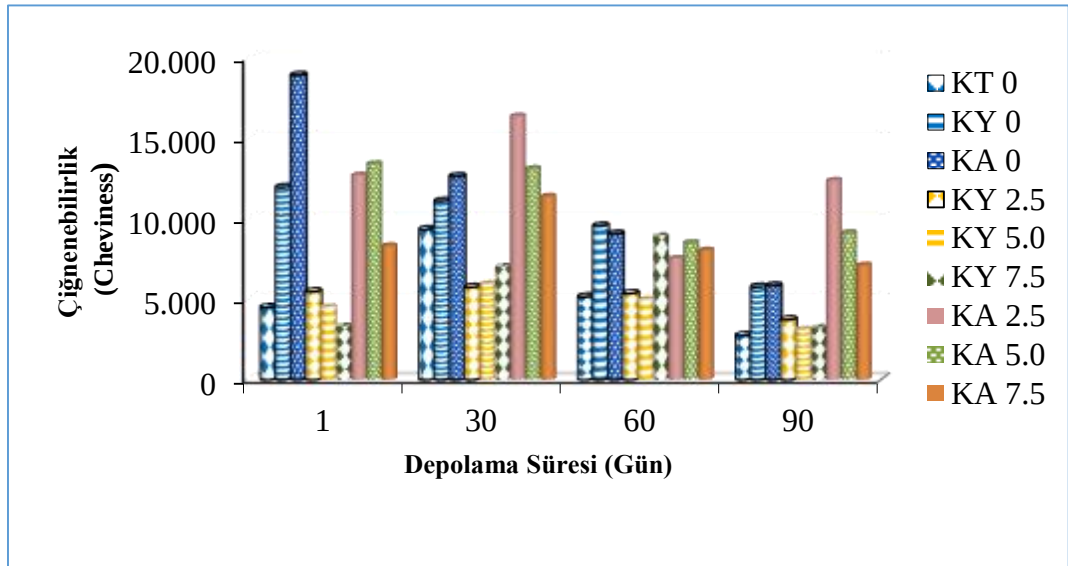
Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri: a) Sertlik (Hardness), b) İç yapışkanlık (Cohesiveness), c) Dış yapışkanlık (Adhesiveness)



d)

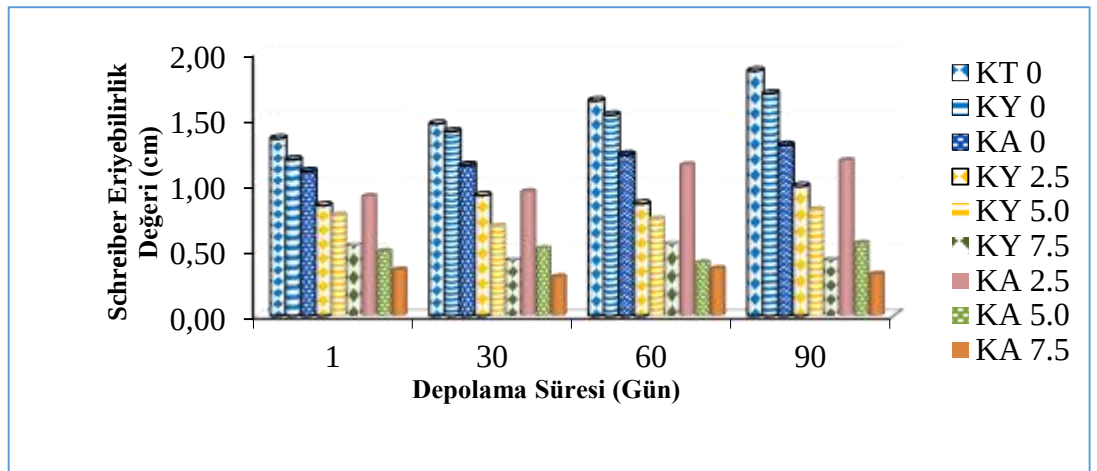
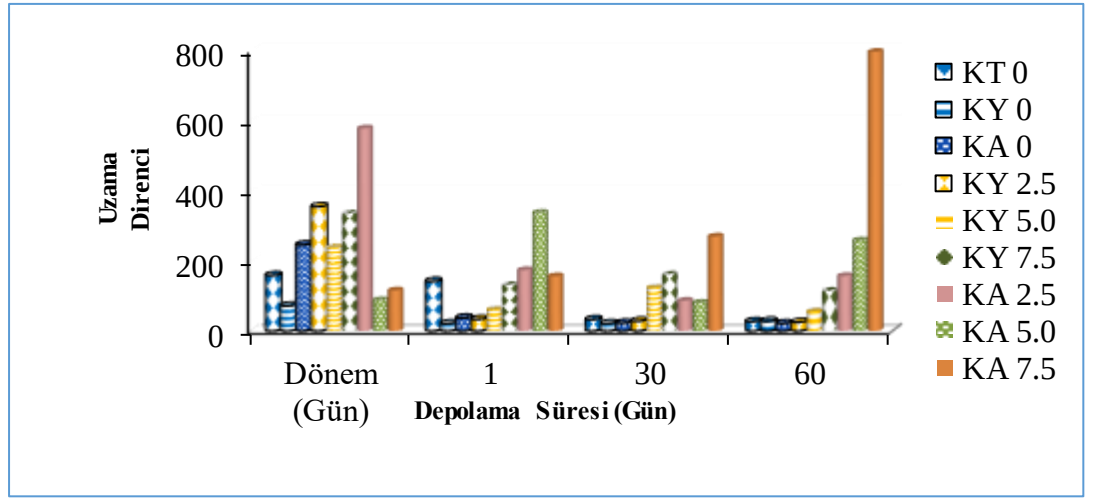
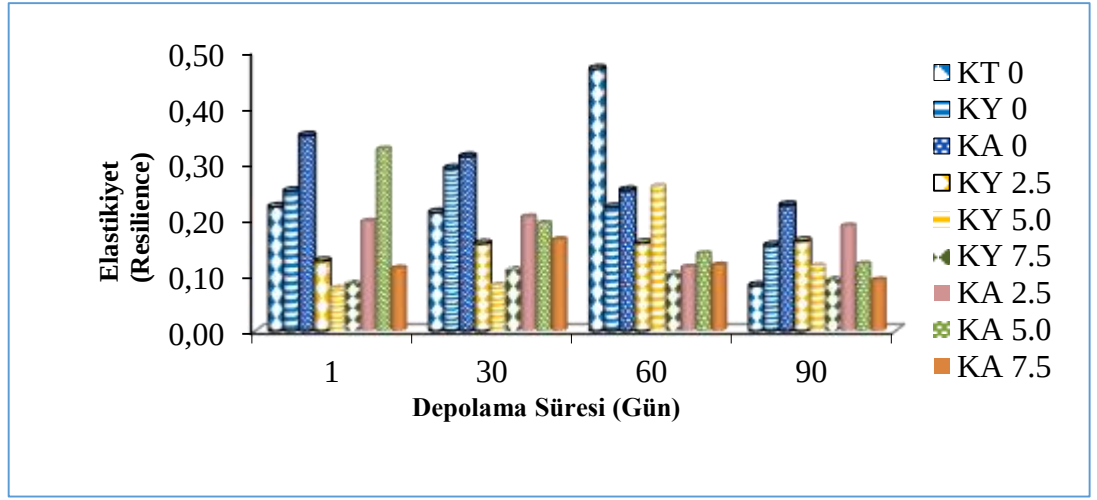


e)



f)

Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri (Devamı): d) Esneklik (Springiness) e) Sakızimsılık (Gumminess) f) Çiğnenebilirlik (Cheviness)



Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri (Devamı) g) Elastikiyet (Resilience) h) Uzama direnci (Resistance to extension) i) Schreiber eriyebilirlik değeri

4.3.8. Uzama direnci (Resistance to extension)

Peynirin tekstür gelişimi, esnekliği ve erime özelliğini peynir bileşimi, tuz içeriği, starter kültür, pH, kazein ve serum proteinleri arasındaki etkileşimler, Ca içeriği, iyonik güç, fermentasyon oranı, mikroyapı gibi faktörler etkilemektedir. Tercih edilen pek çok teknolojik ve tekstürel özellik ise peynirdeki yağ bileşeni sayesinde ortaya çıkmaktadır (Baysal & Ozcan, 2020).

Kaşar peynirlerinin depolama boyunca eriyebilirlik probu ile elde edilen uzama direnci ve esneme kalitesi değerleri ile Schreiber eriyebilirlik testi değerleri Çizelge 4.15’de; bu değerler arasında uygulanan LSD testi sonuçları Çizelge 4.16’da ve tekstürel özelliklerinin depolama süresince değişim grafikleri ise Şekil 4.13. belirtilmektedir.

Kaşar peyniri örneklerinde uzama direnci değerlerinin 20,73 g kuvveti (KY 0) ile 796,81 g kuvveti (KA7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler uzama direnci değerleri açısından incelendiğinde en yüksek uzama direnci oranı olgunlaşmanın 1. gününde (257,52 g kuvveti) ve en düşük uzama direnci değeri ise 60. günde (101,36 g kuvveti) saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Varyans analizi sonuçlarına göre, uzama direnci değerleri açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre, yayık altı tozu ilavesinin uzama direnci değerini arttırdığı, bu artışın az yağlı peynir grubunda (KA) yarım yağlılara göre (KY) daha fazla olduğu saptanmıştır. Dönem ortalamaları dikkate alındığında LSD testi sonucuna göre her dönemin ayrı bir grup oluşturduğu ve uzama direnci değerleri ilk 60 gün azalırken su aktivitesinin azalmasına bağlı olarak 90. gün arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Peynirlerde uzama direncinin yüksek olması sertliğinin yüksek oluşuna işaret etmektedir. Ancak depolama boyunca az yağlı peynirlerde uzama direncinin proteoliz ve lipolize bağlı olarak azaldığı Zisu & Shah (2007 tarafından belirtilmiştir.

4.3.9. Esneme kalitesi (Strecth quality)

Peynirin teknolojik özellikleri sahip olduğu mikroyapı bileşenleri ile bu bileşenlerin birbiriyle olan ilişkisinden etkilenmektedir. Üretim ve depolama boyunca biyokimyasal değişime uğrayan pasta-filata peynirlerinin erime ve esneme özelliklerinin belirlenmesi ürün geliştirme ve çeşitlendirme açısından oldukça önem taşımaktadır (Kindstedt vd., 2010).

Kaşar peyniri örneklerinde esneme kalitesi değerlerinin -0,01 g/mm (KT 0) ile -3,72 g/mm (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler esneme kalitesi değerleri açısından incelendiğinde en yüksek esneme kalitesi oranı olgunlaşmanın 90. gününde (-0,92 g/mm) ve en düşük esneme kalitesi değeri ise 60. günde (-0,22 g/mm) saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Esneme kalitesi açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına göre esneme kalitesi değerini azalttığı, yayık altı tozu ilave edilmiş az yağlı peynir grubunun (KA) esneme kalitesi değerlerinin yarım yağlılara (KY) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında ilk 60. gün esneme kalitesi değerleri aynı grupta yer alırken 90. güne doğru azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Peynirin esnek dokusu peynirlerin biyokimyasal etkileşimleri ile şekillenmektedir. Esneme kalitesi, testteki esneme bölgesinin gradyanını temsil etmektedir. Bu bölge üzerindeki eğim ne kadar büyükse, gerilme kalitesi ve özelliği o kadar sert bir yapıyı açıklamaktadır. Esneme kalitesinin olgunlaşmaya bağlı olarak depolama boyunca azaldığı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Dai vd., 2018).

Keçi peynirinde nem ve yağ oranının esneme kalitesi üzerinde etkili olduğu Cais-Sokolinska (2018) tarafından saptanmıştır.

4.3.10. Schreiber eriyebilirlik değeri

Sertlik, elastikiyet ve erime kalitesi tekstürel ve teknolojik anlamda peynirlerde fonksiyonel özelliği açıklamaktadır (Adhikari vd., 2003).

Kaşar peyniri örneklerinde Schreiber eriyebilirlik değerlerinin 0,30 cm (KA 7,5) ile 1,87 cm (KT 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler Schreiber eriyebilirlik değerleri açısından incelendiğinde en yüksek Schreiber eriyebilirlik oranı olgunlaşmanın 90. gününde (1,03 cm) ve en düşük Schreiber eriyebilirlik değeri ise 1. günde (0,84 cm) saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur ve gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.16.'da belirtilmektedir. LSD testi sonuçlarına göre az yağlı peynirlerde (KA) ve yayık altı tozu oranı arttıkça erime oranı daha düşük olarak saptanırken ve olgunlaşma süreci boyunca ise Schreiber eriyebilirlik değerlerinin arttığı saptanmıştır.

Ko & Gunasekaran (2008) peynirlerin sıcaklığa bağlı olarak Zisu & Shah (2007) ise olgunlaşma süresi arttıkça eriyebilirlik değerinin arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca uzama direnci, esneme kalitesi ve Schreiber eriyebilirlik değerleri

Peynir Çeşidi	Uzama Direnci (g kuvveti)				Esneme Kalitesi (g/mm)				Schreiber Eriyebilirlik Değeri (cm)			
Gün	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
KT 0	158,5	141,51	32,45	26,63	0,25	-0,39	0,04	-0,01	1,35	1,46	1,64	1,87
KY 0	71,35	20,73	20,88	27,79	0,16	0,05	0,02	-0,04	1,19	1,4	1,53	1,69
KA 0	245,56	36,89	22,31	21,09	-0,48	0,01	0,03	-0,06	1,1	1,15	1,23	1,3
KY 2,5	354,31	33	28,05	24,68	-0,23	0,08	0,05	-0,06	0,84	0,92	0,85	0,99
KY 5,0	237,88	60,74	123,14	56,25	0,22	0,08	-0,19	-0,07	0,77	0,68	0,74	0,81
KY 7,5	334,5	130,46	161,26	114,47	-0,33	0,13	-0,42	-0,13	0,54	0,42	0,55	0,43
KA 2,5	577,94	173,71	86,39	156,77	-1,12	-0,24	-0,16	-0,92	0,91	0,95	1,15	1,18
KA 5,0	87,92	337,37	80,65	258,59	-0,26	-0,5	-0,05	-1,34	0,49	0,51	0,4	0,55
KA 7,5	115,52	156,07	269,46	796,81	-0,81	-1,21	-0,92	-3,72	0,35	0,3	0,36	0,32
Minimum	71,35	20,73	20,88	21,09	1,12	1,21	0,92	3,72	0,35	0,3	0,36	0,32
Maksimum	577,94	337,37	269,46	796,81	0,25	0,13	0,05	0,01	1,35	1,46	1,64	1,87
Ortalama	257,52	131,69	101,36	209,18	0,32	0,28	0,22	0,92	0,84	0,87	0,95	1,03

Çizelge 4.16. Kaşar peyniri örneklerinin tekstür profili eriyebilirlik ve Schreiber eriyebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Uzama direnci (g)	Esneke kalitesi (g/mm)	Schreiber Eriyebilirlik Değeri (cm)
KT	0	12	89,77 ^e	-0,03 ^a	1,57 ^a
KY	0	12	35,19 ^f	0,05 ^a	1,45 ^b
	2,5	12	110,01 ^{de}	-0,04 ^a	0,89 ^e
	5	12	119,50 ^d	0,10 ^a	0,75 ^f
	7,5	12	185,17 ^c	-0,19 ^a	0,48 ^g
KA	0	12	81,46 ^e	-0,13 ^a	1,19 ^c
	2,5	12	248,70 ^b	-0,61 ^b	1,04 ^d
	5	12	191,13 ^c	-0,53 ^b	0,48 ^g
	7,5	12	334,46 ^a	-1,66 ^c	0,33 ^h
Olgunlaşma Süresi (Gün)					
1		27	242,61 ^a	-0,29 ^a	0,83 ^c
30		27	121,16 ^c	-0,22 ^a	0,86 ^c
60		27	91,62 ^d	-0,18 ^a	0,93 ^b
90		27	164,78 ^b	-0,71 ^b	1,01 ^a
ANOVA		DF			
Örnek (Ö)		8	**	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**
Ö x D		24	**	**	**
Hata		72			

^a:Yayık altı tozu (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.4. Kaşar Peynirlerinin Yağ Asidi Bileşimi

Süt gliseritlerinin serbest yağ asitlerine enzimatik hidrolizi (lipoliz), peynirde lezzet gelişimi için gereklidir. Peynirdeki başlıca lipolitik ajanlar arasında çiğ süttten gelen lipoprotein lipaz, peynir mayası enzimi kullanılarak yapılan peynirlerdeki pregastrik esteraz, starter ve starter olmayan mikrobiyotadan elde edilen enzimler olarak sayılabilmektedir (Thierry vd., 2017).

Yağ asitleri, trigliseritlerin lipaz ya da esteraz aktivitesi sonucu oluşan ve bir çok peynir çeşidinde önemli bir olgunlaşma parametresi olarak tanımlanmış yağ bileşenleridir. Serbest yağ asitleri aromaya doğrudan katkıda bulundukları gibi aynı zamanda metil keton, ester, alkol ve laktonların oluşumunda da öncül bileşenler olarak kabul edilmektedir. Peynir olgunlaşması sırasında oluşan yağ asitlerinin çok azı 2-6 karbon atomuna sahip olup 2 karbonlu asetik ve 3 karbonlu propinoik asit yağ asidi olarak değerlendirilmemektedir (Curioni & Bosset, 2002; Hayaloğlu & Özer, 2011).

Süt ürünlerinde saptanan en spesifik yağ asidi bütanoik asit peynir çeşitlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmakta olup peynir aromasına kattığı ransid, peynirimsi tat ve aromanın derecesinden sorumlu olmaktadır. Kısa zincirli yağ asitlerinin algılanma eşikleri uzun zincirli moleküllere göre daha düşüktür. 10-12 karbonlu yağ asitlerinin algılanma eşik değerleri 50-700 ppm düzeyinde iken 2 karbonlu asetik asitte aynı değerin 3-7 ppm civarında olduğu belirtilmektedir (Hayaloğlu & Özer 2011; Papetti & Carelli, 2013).

Her bir yağ asidinin polaritesi farklı olduğu için su ve yağ fazdaki çözünürlükleri ve aromatik algılanma eşikleri de farklılık göstermektedir. Bu nedenle yağ asitlerinin ağızda algılanma eşik değerleri, peynirin genel bileşiminden ve pH değerlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Peynirde pH arttıkça serbest yağ asitlerinin uçuculuğu azalmakta ve ürün daha düşük aroma aktivitesi göstermektedir. Bu yüzden peynirlerde pH ve pH'ya bağlı olarak şekillenen yağ asidi kompozisyonunun aroma gelişiminde en önemli etken olduğu söylenebilir.

Cantor vd. (2004) yaptıkları bir çalışmada mavi-küflü peynirlerde ransit aromanın algılanma eşiğini düşük bulmuşlar, bunu da mavi-küflü peynirlerdeki serbest yağ asitliği seviyesinin klasik Cheddar ve Hollanda tipi peynirlere göre yüksek olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Bunun nedenini peynirde oluşan asitlerin peynir kitlesindeki alkali bileşenler nedeniyle nötralize olmasına bağlı olarak ransit tadın hissedilmemesiyle açıklamışlardır.

Yağ asitlerinin önemi sadece peynirin olgunlaşması ve aroma gelişiminden kaynaklanmamaktadır. Peynirler ve diğer süt ürünleri insan beslenmesinde önemli yer teşkil eden yağ asitlerinin doğal bir kaynağını oluşturmaktadır (Mills vd., 2011). Gıdalar, her biri lipoprotein metabolizmasını farklı şekilde etkileyebilen doymuş ve doymamış yağ asitleri dizilimi içermektedirler. Bunlar içerisinde bütirik asit (C4:0), oleik asit, n-3 ve n-6 çoklu doymamış yağ asitleri, trans-vaksenik asit (trans11 C18:1) ve konjuge linoleik asit (cis9trans11 C18:2-CLA) gibi bazı yağ asitlerinin insan sağlığı üzerinde potansiyel olarak olumlu etkilere sahip olduğu belirtilmektedir (Junior vd., 2019).

Süt ve süt ürünleri, insan vücudundaki cis9trans11 (C18:2) asidin ana kaynağını oluşturmaktadır. Süt yağındaki CLA (konjuge linoleik asit) içeriği çok geniş bir aralıkta olup süt hayvanının beslenme dönemi ve şekli, laktasyon dönemi, tür ve diğer ırksal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Peynirlerde ise CLA seviyesinin yalnızca hayvan besleme faktörlerinden değil aynı zamanda proses koşullarından ve süte eklenen starter kültürlerin aktivitesi sonucu da değişim gösterebildiği belirtilmektedir (Ceylan & Ozcan, 2020; Paszczyk & Luczynska, 2020). Bununla birlikte, süt yağı içeriğindeki yüksek konsantrasyonlarda bulunan laurik asit (C12: 0), miristik asit (C14: 0) ve palmitik asit (C16: 0) gibi doymuş yağ asitlerinin (SFA) insan sağlığı üzerine kardiyovasküler hastalıklar açısından risk oluşturabileceği belirtilmektedir (Mansson, 2008; Bernard vd., 2018; Paszczyk & Luczynska, 2020).

Praagmana vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada laurik asit (C12: 0), miristik asit (C14: 0) ve palmitik asit (C16: 0)'lerin kanda LDL ve HDL kolesterolü artırıcı, stearik asitin ise (C18: 0) nötr etki yaptığını bildirmişlerdir.

Cis-polienoik asitler süt yağında, rumen içerisinde meydana gelen biyohidrojenasyon reaksiyonları nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bu asitler hemen hemen sadece linoleik asit (9c, 12c-18:2), yaklaşık %1,2-1,7 ve α -linolenik asit (9c, 12c, 15c-18:3), yaklaşık %0,9-1,2'i içermektedir. Bu iki yağ asidi esansiyel yağ asitleridir; vücutta sentezlenemezler ve diyet tarafından sağlanmaları gerekmektedir. α -linolenik asit oranı, ineğin diyetinden etkilenmektedir (Lock & Bauman 2003; Park, 2009).

Beğenilen peynir aroması, olgunlaşma sırasında üretilen farklı lezzet bileşikleri arasındaki dengenin bir sonucudur. Aromaya katkıda bulunan iki önemli bileşik grubunda ise uçucu kükürt bileşikleri ve yağ asitleri yer almaktadır. Serbest yağ asitlerinin peynirin lezzetine ve kokusuna önemli katkıda bulunduğu bilinmektedir (Chow, 2000).

Yağ asidi kompozisyonu analizi, kaşar peynirlerinde olgunlaşmanın başı ve sonu olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Kaşar peynirlerinin yağ asidi kompozisyonu değerleri (%) izelge 4.17'de; bu değerlere ilişkin LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise izelge 4.18'de belirtilmektedir.

4.4.1. Bütirik asit (4/0)

Kaşar peyniri örneklerinde bütirik asit değerlerinin %1,32 (KA 0) ile %3,14 (KY 5,0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler bütirik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek bütirik asit oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%4,53) ve en düşük bütirik asit değeri ise 1. günde (%2,63) saptanmıştır (izelge 4.17).

Bütirik asit açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yayık altı tozu eklenmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla bütirik asit değeri az yağlı peynir grubunda daha düşük, yarım yağlı peynir grubunda ise kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma dönemlerindeki değişim dikkate alındığında 1. gün ortalama bütirik asit değeri ile 90. gün değeri arasında %66'lık bir artış olduğu belirlenmiştir (izelge 4.18).

4.4.2. Kaproik asit (6/0)

Kaşar peyniri örneklerinde kaproik asit değerlerinin %0,98 (KA 0) ile %2,68 (KY 5,0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler kaproik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kaproik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%1,86) ve en düşük kaproik asit değeri ise 90. günde (%1,46) saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla kaproik asit değerini yarım yağlı peynirlerde arttırdığı, az yağlı peynir grubunda ise azalttığı saptanmıştır. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında 1. gün ortalaması ile 90. gün ortalaması değerlerinin 2 farklı grup oluşturduğu, kaproik asit değerinin olgunlaşma sonunda %20 azalış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.3. Kaprilik asit (8/0)

Kaşar peyniri örneklerinde kaprilik asit değerlerinin %0 (KA 7,5) ile %1,47 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler kaprilik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kaprilik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%1,20) ve en düşük kaprilik asit değeri ise 90. günde (%9,77) saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Kaprilik asit açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla kaprilik asit değerlerinin daha düşük çıktığı belirlenmiştir. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında kaprilik asit değerinin olgunlaşma sonunda %45'lik azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.4. Kaprik asit (10/0)

Kaşar peyniri örneklerinde kaprik asit değerlerinin %2,05 (KY 0) ile %3,07 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler kaprik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek kaprik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%2,57) ve en düşük kaprik asit değeri ise 90. günde (%2,42) saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Varyans analizine göre kaprik asit açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla kaprik asit değerlerinin daha düşük çıktığı ve kaprik asit (%) değerinin olgunlaşma sonunda %5,4'lük azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.5. Laurik asit (12/0)

Kaşar peyniri örneklerinde laurik asit değerlerinin %2,46 (KY 0) ile %3,73 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler laurik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek laurik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%3,21) ve en düşük laurik asit değeri ise 90. günde (%2,90) saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Laurik asit açısından dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla laurik asit değerinin az yağlı peynir grubunda daha düşük, yarım yağlı peynir grubunda ise daha yüksek çıktığı saptanmıştır. Laurik asit değerinin olgunlaşma sonunda %8,8'lik azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.6. Miristik asit (14/0)

Kaşar peyniri örneklerinde miristik asit değerlerinin %8,75 (KY 0) ile %13,37 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler miristik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek miristik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%11,71) ve en düşük miristik asit değeri ise 90. günde (%10,45) saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Miristik asit açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, LSD testi sonuçlarına göre ise yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla miristik asit değerinin az yağlı peynir grubunda daha düşük, yarım yağlı peynir grubunda daha yüksek çıktığı belirlenmiştir (KY 5,0 hariç). Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim

incelendiğinde miristik asit değerinin olgunlaşma sonunda %9,3'lük azalma gösterdiği tespit edilmiştir (izelge 4.18).

4.4.7. Palmitik asit (16/0)

Kaşar peyniri örneklerinde palmitik asit değerlerinin %31,33 (KY 2,5) ile %36,92 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler ortalama palmitik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek palmitik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (%33,78) ve en düşük palmitik asit değeri ise 90. günde (%33,18) tespit edilmiştir (izelge 4.17).

Palmitik asit açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Örneklerin dönemsel ortalamaları incelendiğinde en yüksek palmitik asit içeriği KA 2,5 rneğinde tespit edilmiş ve miktarının depolama boyunca arttığı saptanmıştır. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla palmitik asit değerini nispeten azalttığı, yayık altı tozu ilave edilmiş az yağlı peynir grubunun palmitik asit yüzdelerinin yarım yağlılara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında 1. gün ortalaması ile 90. gün ortalamasının iki farklı grup oluşturduğu, palmitik asit değerinin olgunlaşma sonunda %1,8 artış gösterdiği belirlenmiştir (izelge 4.18).

4.4.8. Stearik asit (18/0)

Kaşar peyniri örneklerinde stearik asit değerlerinin %8,11 (KY 0) ile %14,04 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler stearik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek stearik asit oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%11,66) ve en düşük stearik asit değeri ise 1. günde (%10,32) tespit edilmiştir (izelge 4.17).

Stearik asit açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Örneklerin dönemsel ortalamaları incelendiğinde en yüksek stearik asit KA 7,5 rneğinde belirlenmiş ve miktarının depolama boyunca arttığı saptanmıştır. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla stearik asit değerini arttırdığı, yayık altı tozu ilave edilmiş az yağlı peynir grubunun stearik asit yüzdelerinin yarım yağlılara

göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında 1. gün ortalaması ile 90. gün ortalamasının iki farklı grup oluşturduğu, stearik asit değerinin olgunlaşma sonunda %11 civarında artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.9. Oleik asit (18/1)

Kaşar peyniri örneklerinde oleik asit değerlerinin %17,76 (KY 0) ile %25,74 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler oleik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek oleik asit oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%22,96) ve en düşük oleik asit değeri ise 1. günde (%21,08) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, farklı çıkan gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu eklenmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla oleik asit değerlerinin yarım yağlı ve az yağlı peynir grubunda daha yüksek olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma dönemlerindeki değişime göre ise oleik asit değerinde %6,6'lık bir artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.10. Linoleik asit (18/2)

Kaşar peyniri örneklerinde linoleik asit değerlerinin %1,88 (KY 0) ile %3,98 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler linoleik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek linoleik asit oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%2,82) ve en düşük linoleik asit değeri ise 1. günde (%2,18) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Linoleik asit açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise, yayık altı tozu ilavesi ile peynirlerde kontrol gruplarına kıyasla linoleik asit değerlerinin daha yüksek çıktığı ve olgunlaşma sonunda %20,6'lık artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

4.4.11. Linolenik asit (18/3n3)

Kaşar peyniri örneklerinde linolenik asit değerlerinin %0,16 (KY 0) ile %0,38 (KY 0) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler linolenik asit değerleri açısından incelendiğinde en yüksek linolenik asit oranı olgunlaşmanın 90. gününde (%0,28) ve en düşük linolenik asit değeri ise 1. günde (%0,20) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Linolenik asit açısından varyans analizi sonuçlarına göre örnek ($p \leq 0,05$), dönem ve örnek x dönem interaksyonlarının ($p \leq 0,01$) önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinde kontrol gruplarına kıyasla linolenik asit değerinin az yağlı peynir grubunda daha yüksek, yarım yağlı olanlarda ise daha düşük olarak saptandığı ve olgunlaşma sonunda %30'luk artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca yağ asidi (%) değerleri

Kaşar Pey- niri Çeşidi	Bütirik asit 4/0		Kaproik asit 6/0		Kaprilik asit 8/0		Kaprik asit 10/0		Laurik asit 12/0		Miristik asit 14/0		Palmitik asit 16/0		Stearik asit 18/0		Oleik asit18/1		Linoleik asit 18/2		Linolenik asit 18/3n3	
	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90
KT 0	2,88	6,14	1,98	1,07	1,20	0,00	2,68	2,38	3,19	2,84	11,53	10,36	32,91	33,96	10,55	12,52	22,31	23,42	2,29	3,08	0,22	0,33
KY 0	2,95	9,01	2,68	0,98	1,47	0,92	3,07	2,05	3,73	2,46	13,37	8,75	36,92	34,61	8,11	9,52	17,76	21,73	1,88	2,27	0,16	0,38
KA 0	1,95	1,32	1,52	1,70	1,02	1,23	2,46	2,71	3,05	3,25	11,25	11,63	33,09	34,89	10,73	11,85	22,01	22,54	2,29	2,31	0,21	0,21
KY 2,5	2,47	6,29	1,91	1,91	1,17	1,19	2,62	2,62	3,16	3,10	11,37	11,00	32,60	31,33	10,60	9,90	21,64	21,29	2,28	2,18	0,22	0,19
KY 5,0	3,14	5,54	1,83	1,90	1,18	1,13	2,57	2,48	3,12	2,97	11,29	10,69	32,41	31,39	10,36	10,20	22,05	22,08	2,26	2,40	0,21	0,22
KY 7,5	2,84	2,38	1,96	1,90	1,31	1,16	2,23	2,64	3,18	3,19	11,61	11,54	33,43	32,83	10,52	10,47	21,71	22,83	2,15	2,61	0,18	0,19
KA 2,5	2,37	2,60	1,58	1,23	1,15	0,62	2,56	2,36	3,14	2,81	11,40	10,33	34,22	34,67	10,84	13,99	21,22	23,34	1,95	3,27	0,19	0,31
KA 5,0	2,26	4,49	1,32	1,36	1,04	1,06	2,39	2,41	2,99	2,86	11,14	10,49	33,21	32,32	11,13	12,19	22,09	22,56	2,31	2,83	0,21	0,34
KA 7,5	2,93	1,79	1,70	1,09	1,14	0,00	2,42	2,18	3,07	2,65	11,30	9,76	33,42	32,77	11,30	14,04	21,01	25,74	2,36	3,98	0,20	0,34
Minimum	1,95	1,32	1,32	0,98	1,02	0,00	2,23	2,05	2,99	2,46	11,14	8,75	32,41	31,33	8,11	9,52	17,76	21,29	1,88	2,18	0,16	0,19
Maksimum	3,14	9,01	2,68	1,91	1,47	1,23	3,07	2,71	3,73	3,25	13,37	11,63	36,92	34,89	11,30	14,04	22,31	25,74	2,36	3,98	0,22	0,38
Ortalama	2,63	4,53	1,86	1,46	1,20	0,77	2,57	2,42	3,21	2,90	11,71	10,45	33,78	33,18	10,32	11,66	21,08	22,96	2,18	2,82	0,20	0,28

Çizelge 4.18. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin yağ asidi bileşimine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Bütirik asit 4/0	Kaproik asit 6/0	Kaprilik asit 8/0	Kaprik asit 10/0	Laurik asit 12/0	Miristik asit 14/0	Palmitik asit 16/0	Stearik asit 18/0	Oleik asit 18/1	Linoleik asit 18/2	Linolenik asit 18/3n3
KT	0	6	4,51 ^b	1,52 ^c	0,59 ^e	2,53 ^{abc}	3,01 ^{cde}	10,95 ^{ef}	33,24 ^c	11,53 ^d	22,86 ^b	2,68 ^b	0,27 ^a
KY	0	6	5,98 ^a	1,83 ^b	1,19 ^{ab}	2,55 ^{ab}	3,10 ^{abc}	11,06 ^d	32,40 ^f	8,81 ^h	19,74 ^f	2,076 ^f	0,267 ^{abc}
	2,5	6	4,38 ^c	1,90 ^{ab}	1,18 ^{ab}	2,62 ^a	3,13 ^{ab}	11,18 ^c	31,93 ^g	10,24 ^g	21,46 ^e	2,22 ^e	0,20 ^{cd}
	5	6	4,33 ^c	1,86 ^{ab}	1,15 ^{ab}	2,52 ^{bcd}	3,04 ^{bcd}	10,99 ^{de}	31,90 ^g	10,28 ^g	22,06 ^d	2,32 ^d	0,21 ^{abcd}
	7,5	6	2,61 ^e	1,92 ^a	1,23 ^a	2,43 ^{de}	3,18 ^a	11,57 ^a	33,13 ^{cd}	10,49 ^f	22,27 ^c	2,37 ^d	0,18 ^d
KA	0	6	1,63 ^h	1,60 ^c	1,12 ^{bc}	2,58 ^{ab}	3,15 ^a	11,44 ^b	33,97 ^b	11,28 ^e	22,27 ^c	2,29 ^{de}	0,20 ^{bcd}
	2,5	6	2,48 ^f	1,40 ^d	0,88 ^d	2,45 ^{cde}	2,97 ^{de}	10,86 ^{fg}	34,43 ^a	12,41 ^b	22,28 ^c	2,61 ^{bc}	0,24 ^{abcd}
	5	6	3,37 ^d	1,34 ^d	1,04 ^c	2,40 ^e	2,92 ^{ef}	10,81 ^g	32,75 ^e	11,65 ^c	22,32 ^c	2,56 ^c	0,27 ^{ab}
	7,5	6	2,35 ^g	1,39 ^d	0,56 ^e	2,29 ^f	2,86 ^f	10,53 ^h	33,07 ^d	12,66 ^a	23,37 ^a	3,16 ^a	0,26 ^{abc}
Olgunlaşma Süresi (Gün)													
1		27	2,64 ^b	1,83 ^a	1,187 ^a	2,55 ^a	3,18 ^a	11,58 ^a	33,52 ^a	10,46 ^b	21,31 ^b	2,19 ^b	0,20 ^b
90		27	4,39 ^a	1,46 ^b	0,81 ^b	2,42 ^b	2,90 ^b	10,50 ^b	32,43 ^b	11,63 ^a	22,83 ^a	2,76 ^a	0,27 ^a
ANOVA		DF											
Örnek (Ö)		8	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Olgunlaşma Süresi (D)		1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Ö x D		8	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Hata		36											

^a:Yayık altı tozu; (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.5. Kaşar Peynirlerinin Amino Asit Bileşimi

Peynirlerde glikoliz, lipoliz ve proteoliz en önemli reaksiyonlar olarak meydana gelmekte ve olgunlaşma boyunca devam etmektedir. Peynirin olgunlaşması sırasında, proteinler, *i*: kimozen, *ii*: doğal süt proteazları ve *iii*: starter laktik asit bakterileri (LAB) ve starter olmayan laktik asit bakterilerinden (NSLAB) ortaya çıkan proteazlar ve peptidazlar da dahil olmak üzere bir dizi proteolitik enzim tarafından aşamalı olarak parçalanmakta ve bu biyokimyasal değişim sonucunda amino asitler serbest hale geçmektedir (Hogenboom vd., 2017).

Proteolizin son aşamasında oluşan amino asitler peynir aromasının gelişiminde öncül maddeler olarak görev almakta olup, amino asit konsantrasyonu peynir çeşidine göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin mavi küflü peynirler ve yüzey olgunlaştırılması gerçekleştirilen peynirlerde proteolitik bakteriyel enzimler dışında, fungal enzimler de kazein hidrolizine katkıda bulunduğundan böyle peynirlerde amino asit oluşumu ve proteoliz daha yüksek seviyede gerçekleşmektedir (Sousa vd., 2001; Hayaloğlu & Özer, 2011).

Serbest amino asitler genellikle peynirin minör bileşenleri olarak kabul edilmekle birlikte, duyuşal özellikler, besinsel özellikler ve bazı peynir çeşitlerinin fizyolojik fonksiyonlarına katkıda bulundukları pek çok araştırma sonucuyla ortaya konulmuştur (Toelstede vd., 2009; Bottesini vd., 2013; San Gabriel & Uneyama 2013; Zhao vd., 2016).

Kaşar peynirinde lezzet gelişimi büyük ölçüde süt, peynir mayası ve bakterilerin enzimatik aktivitesini içeren karmaşık bir süreç olup, peynirde gelişen mikroorganizmaların da önemli bir katkısı bulunmaktadır. Peynirlerdeki serbest amino asit miktarlarını; *i*: üretim için kullanılan hammaddedeki protein miktarı, *ii*: süt işleme prosedürü, *iii*: proteolitik enzimlerin aktivitesi ve *iv*: mikroorganizmaların türü gibi birçok faktör etkilemektedir. Olgunlaşma sırasında peynirdeki proteoliz, lezzetin yanı sıra tekstür gelişiminde de önemli bir rol oynamaktadır (Sousa vd., 2001; Salih vd., 2013).

Proteoliz, protein ağının parçalanmasına bağlı olarak peynir matriksinin mikro-makro yapısal değişikliklerini etkilerken, salınan karboksil ve amino grupları tarafından suyun bağlanması ise su aktivitesinde azalmaya ve çiğneme sırasında aroma bileşenlerinin salınmasını kolaylaştıran pH artışına katkıda bulunmaktadır. Serbest amino asitlerin belirlenmesi ayrıca, gıdaların besin kalitesinin değerlendirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Casella & Contursi, 2003).

Amino asit kompozisyonu analizi, kaşar peynirlerinde olgunlaşmanın başı ve sonu olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Kaşar peynirlerinin amino asit kompozisyonu (g/kg) değerleri Çizelge 4.19’da; bu değerlere ait LSD testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki değişim ise Çizelge 4.20’de belirtilmiştir.

4.5.1. Fenilalanin (Phe)

Kaşar peyniri örneklerinde fenilalanin (g/kg) değerlerinin 7,90 (KY 2,5) ile 13,12 (KA 7,5) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler fenilalanin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek fenilalanin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (10,06) ve en düşük fenilalanin değeri ise 90. günde (9,82) tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Fenilalanin açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın önemli olduğu ($p \leq 0,01$), LSD testi sonuçlarına göre ise az yağlı kaşar peyniri grubunda (özellikle KA 5.0 ve KA 7,5) yüksek olduğu ve depolama sonunda azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.2. Histidin (His)

Kaşar peyniri örneklerinde histidin (g/kg) değerlerinin 4,97 (KY 2,5) ile 9,88 (KA 5,0) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler histidin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek histidin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (7,94) ve en düşük histidin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (6,68) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre, histidin açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise yayık altı tozu ilavesinin histidin değerini yarım yağlı peynir grubunda azalttığı (KY), az yağlı peynir grubunda ise arttırdığı (KA) tespit edilmiştir. Olgunlaşma dönemleri

arasındaki değişim incelendiğinde histidin değerinin olgunlaşma sonunda azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.3. İzölösın (Ile)

Kaşar peyniri örneklerinde izolösın (g/kg) değerlerinin 10,15 (KY 2,5) ile 18,47 (KA 7,5) aralığında değiştii tespit edilmiştir. Örnekler izolösın dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek izolösın oranı olgunlaşmanın 1. gününde (13,39) ve en düşük izolösın oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (13,28) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). İzölösın açısından varyasyon kaynakları olan örnek ve dönem ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı, örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre örneklerin 7 gruba ayrıldığı görölmüştür. Yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla izolösın değerini yarım yağlı peynir grubunda azaltırken az yağlı grubunda arttırdığı saptanmıştır. Olgunlaşma sürecinin izolösın değerlerinde herhangi bir değişim oluşturmadiğı saptanmıştır (Çizelge 4.20).

4.5.4. Lösın (Leu)

Kaşar peyniri örneklerinde lösın (g/kg) değerlerinin 17,17 (KY 2,5) ile 30,94 (KA 7,5) aralığında değiştii tespit edilmiştir. Örnekler lösın değerlerinin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek lösın oranı olgunlaşmanın 1. gününde (22,83) ve en düşük lösın oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (22,64) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Lösın açısından örnekler ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı iken, dönemler arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($p > 0,05$). LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla lösın değerini yarım yağlı peynir grubunda azalttığı (KY), az yağlı grupta arttırdığı belirlenmiştir. Olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.20).

4.5.5. Lysin (Lys)

Kaşar peyniri örneklerinde lizin (g/kg) değerlerinin 16,98 (KY 2,5) ile 45,03 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler lizin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek lizin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (31,07) ve en düşük lizin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (27,02) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Lysin açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem etkileşimleri arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. LSD testi sonuçlarına göre lizin değerinin yarım yağlı peynirlerde (KA) düşük, az yağlı peynirlerde (KA) daha yüksek olduğu, KA 2,5 örnek grubunun aynı şekilde kontrol grubuna göre daha düşük lizin seviyesine sahip olduğu ve depolama boyunca azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.6. Methionin (Met)

Kükürtlü amino asitler ve metabolitleri sağlık açısından büyük öneme sahiptirler. Methionin, protein sentezini başlatmaya yardımcı olan önemli bir amino asittir. Kaşar peyniri örneklerinin methionin (g/kg) değerlerinin 3,76 (KY 2,5) ile 10,99 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler methionin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek methionin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (8,31) ve en düşük methionin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (6,22) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Methionin açısından örnek, dönem ve örnek x dönem etkileşimleri arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu ve LSD testi sonuçlarına yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla metihonin değerini her iki peynir grubunda ve depolama boyunca azalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.20).

4.5.7. Treonin (Thr)

Kaşar peyniri örneklerinin treonin (g/kg) değerlerinin 6,75 (KY 2,5) ile 11,96 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler treonin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek treonin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (9,36) ve en düşük treonin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (8,57) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Treonin açısından örnek, dönem ve örnek x dönem etkileşimleri arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla treonin değerini

yarım yağlı peynir grubunda azalttığı (KY), az yağlı peynir grubunda ise arttırdığı (KA) tespit edilmiştir. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim incelendiğinde treonin değerinin olgunlaşma sonunda azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.20).

4.5.8. Valin (Val)

Kaşar peyniri örneklerinin valin (g/kg) değerlerinin 11,07 (KY 2,5) ile 17,66 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler valinin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek valin oranı olgunlaşmanın 90. gününde (14,07) ve en düşük valin oranı ise olgunlaşmanın 1. gününde (13,98) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Valin açısından varyasyon kaynakları olan örnek, örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde, dönemler arasındaki farkın ise $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilavesinin valin değerini yarım yağlı peynir grubunda azalttığı (KY), az yağlı peynir grubunda ise arttırdığı (KA) belirlenmiştir. Valin değerinin olgunlaşma sonunda %2'lik bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.9. Alanin (Ala)

Kaşar peyniri örneklerinin alanin (g/kg) değerlerinin 7,02 (KY 2,5) ile 11,56 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler alanin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek alanin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (9,64) ve en düşük alanin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (9,13) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu ve farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise, alanin değerinin yarım yağlı peynir grubunda düşük, az yağlı peynir grubunda ise yüksek olduğu, olgunlaşma sonunda azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.20).

4.5.10. Arjinin (Arg)

Kaşar peyniri örneklerinin arjinin (g/kg) değerlerinin 6,15 (KY 2,5) ile 10,01 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler arjinin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek arjinin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (7,97) ve en düşük arjinin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (7,74) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Arjinin açısından varyasyon kaynakları olarak örnek, dönem ve örnek x dönem

interaksiyonları arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p \leq 0,01$), farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla arjinin değerini yarım yağlı peynir grubunda azalttığı, az yağlı peynir grubunda ise arttırdığı tespit edilmiştir. Olgunlaşma sonunda arjinin değeri azalma eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.20).

4.5.11. Aspartik asit (Asp)

Kaşar peyniri örneklerinin aspartik asit (g/kg) değerlerinin 13,83 (KY 2,5) ile 24,63 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler aspartik asit dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek aspartik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (18,45) ve en düşük aspartik asit oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (17,76) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre aspartik asit açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. LSD testi sonuçlarına göre yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla aspartik asit değerini yarım yağlı peynir grubunda azalttığı, az yağlı peynir grubunda özellikle KA 5 ve KA 7,5 peynirlerinde ise arttırdığı tespit edilmiştir. Olgunlaşma dönemleri arasındaki değişim dikkate alındığında 1. gün ortalaması ile 90. gün ortalamasının iki farklı grup oluşturduğu, aspartik asit değerinin olgunlaşma sonunda azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.12. Glisin (Gly)

Kaşar peyniri örneklerinin glisin (g/kg) değerlerinin 3,02 (KY 2,5) ile 4,98 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler glisin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek glisin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (3,91) ve en düşük glisin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (3,85) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Glisin açısından örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. LSD testi sonuçlarına göre, yayık altı tozu ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla glisin değerini az yağlı peynir grubunda arttırdığı (KA) tespit edilmiştir. Burada aspartik asit, glutamik asit ve serinde olduğu gibi sadece KA 2,5 örneğinin özel bir durum oluşturduğu, bu örnek ortalamalarında serin değerinin kontrol grubu olan KA 0'lara göre daha düşük çıktığı

görülmüştür. Olgunlaşma dönemleri açısından glisin değerinin olgunlaşma sonunda %3'lük azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.5.13. Glutamik Asit (Glu)

Kaşar peyniri örneklerinin glutamik asit (g/kg) değerlerinin 39,73 (KY 2,5) ile 73,28 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler glutamik asit dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek glutamik asit oranı olgunlaşmanın 1. gününde (54,74) ve en düşük glutamik asit oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (52,23) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Glutamik asit açısından varyas analizi sonuçları incelendiğinde örnek, dönem ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise, yayık altı tozu ilavesinin glutamik asit değerini az yağlı peynir grubunda arttırdığı (KA) saptanmıştır. Glutamik asit olgunlaşma sonunda az bir düşüş göstermiştir (Çizelge 4.20).

4.5.14. Hidroksiprolin (Hyp)

Analizi yapılan kaşar peyniri örneklerinde hidroksiprolin tespit edilememiştir (Çizelge 4.20).

4.5.15. Prolin (Pro)

Kaşar peyniri örneklerinin prolin (g/kg) değerlerinin 23,49 (KA 2,5) ile 34,43 (KY 0) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler prolinin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek prolin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (27,14) ve en düşük prolin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (27,09) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.19). Prolin açısından varyasyon kaynakları olan örnek ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, olgunlaşma dönemleri arasında ise istatistiksel fark olmadığı belirlenmiştir ($p \geq 0,05$). Prolin değeri KT 0 ve KY 0 örneklerinde daha yüksek bulunmuş ve olgunlaşma ile değişmemiştir (Çizelge 4.20).

4.5.16. Serin (Ser)

Kaşar peyniri örneklerinin serin (g/kg) değerlerinin 11,96 (KY 2,5) ile 22,76 (KY 0) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler serinin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek serin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (16,84) ve en düşük serin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (15,00) tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Serin açısından varyasyon kaynakları olan örnek, dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, LSD testi sonuçlarına az yağlı peynir grubunda (KA) arttığı tespit edilirken, serin değerinin olgunlaşma sonunda bir miktar azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.20).

4.5.17. Tirosin (Tyr)

Kaşar peyniri örneklerinin tirosin (g/kg) değerlerinin 7,85 (KY 2,5) ile 15,81 (KA 7,5) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örnekler tirosin dönemsel ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek tirosin oranı olgunlaşmanın 1. gününde (12,56) ve en düşük tirosin oranı ise olgunlaşmanın 90. gününde (10,76) tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Varyas analizine göre dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki farkın tirosin açısından istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu, farklı gruplar arasındaki LSD testi sonuçlarına göre ise az yağlı peynir grubunda (KA) arttığı tespit edilmiştir. Tirosin değerinin olgunlaşma sonunda azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.20).

Proteinler, yapıtaşları olan amino asitlerden oluşmaktadır. Amino asitler biyolojik önemlerine göre esansiyel olan ve esansiyel olmayan amino asitler olmak üzere iki grupta ayrılmaktadır. Esansiyel amino asitler; lisin, lösin, izolösin, methionin, threonin, triptofan, fenilalanin ve valindir. Yarı esansiyel olan ve çocuklar için önemli olanlar arjinin ve histidin'dir. Esansiyel olmayan amino asitler ise alanin, glisin, aspartik asit, sistein, sistin, glutamik asit, prolin, serin, trozin ve glutamin şeklinde sınıflandırılmaktadır (Auton vd., 2008).

Toplam amino asit oranı, en yüksek az yağlı kaşar peyniri örneklerinde belirlenmiş ve yayık altı suyu tozu oranı arttıkça genel olarak artmıştır. Amino asitlerdeki değişim proteinlerdeki olgunlaşma boyunca meydana gelen proteoliz ile birlikte değişim göstermiştir (Çizelge 4.20). %10 protein ikamesi ile üretilen peynirlerin, karaciğer ve beyin hastalıkları ile birçok tıbbi ve genetik bozuklukta önerilecek diyet programlarının

uygulanmasına yardımcı olabilecek daha besleyici ve terapötik potansiyele sahip olduğu El-Shazly vd (2010) tarafından klinik olarak kanıtlanmıştır.

Çizelge 4.19. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca esansiyel amino asit (g/kg) değerleri

Esansiyel Amino Asitler (g/kg)	Arjinin (Arg)		Fenilalanin (Phe)		Histidin (His)		İsolösin (Ile)		Lösin (Leu)		Lisin (Lys)		Metiyonin (Met)		Treonin (Thr)		Valin (Val)	
Depolama Süresi (Gün)	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90
KT 0	7,71	7,79	9,92	9,86	7,44	6,67	14,04	13,25	23,81	22,38	31,02	22,41	8,47	6,64	9,91	8,30	14,08	14,25
KY 0	8,63	7,64	10,12	9,43	9,60	5,94	14,18	12,08	24,70	21,09	32,55	20,43	9,62	6,44	11,22	7,77	14,24	13,48
KA 0	8,63	7,77	11,32	10,29	8,00	6,56	15,62	13,99	25,76	23,85	37,43	29,67	8,95	8,13	9,76	8,98	14,96	14,32
KY 2,5	7,31	6,15	8,69	7,90	7,25	4,97	10,56	10,15	18,41	17,17	26,55	16,98	7,20	3,76	7,83	6,75	12,20	11,07
KY 5,0	6,92	6,83	8,59	8,95	6,45	6,36	12,00	12,41	19,68	20,78	21,87	30,09	7,28	6,53	7,90	8,06	12,65	14,87
KY 7,5	6,61	7,04	8,89	8,79	5,89	5,97	11,66	11,48	19,74	19,82	23,99	18,93	7,73	4,44	8,23	7,80	12,16	12,46
KA 2,5	6,98	8,76	8,41	11,30	7,36	8,41	10,33	15,60	17,78	26,94	25,51	39,31	6,57	6,34	7,75	10,42	11,76	15,38
KA 5,0	9,05	9,02	11,51	11,54	9,88	8,76	13,68	16,42	24,64	27,74	35,71	40,56	7,96	6,99	9,66	10,57	16,14	15,92
KA 7,5	10,01	8,69	13,12	10,29	9,63	6,49	18,47	14,15	30,94	24,01	45,03	24,79	10,99	6,71	11,96	8,47	17,66	14,91
Minimum	6,61	6,15	8,41	7,90	5,89	4,97	10,33	10,15	17,78	17,17	21,87	16,98	6,57	3,76	7,75	6,75	11,76	11,07
Maksimum	10,01	9,02	13,12	11,54	9,88	8,76	18,47	16,42	30,94	27,74	45,03	40,56	10,99	8,13	11,96	10,57	17,66	15,92
Ortalama	7,97	7,74	10,06	9,82	7,94	6,68	13,39	13,28	22,83	22,64	31,07	27,02	8,31	6,22	9,36	8,57	13,98	14,07

Çizelge 4.20. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin depolama boyunca esansiyel olmayan amino asit (g/kg) değerleri (devamı)

Esansiyel Olmayan Amino Asitler (g/kg)	Alanin (Ala)		Aspartik Asit (Asp)		Glisin (Gly)		Glutamik Asit (Glu)		Hidroksiprolin (Hyp)		Prolin (Pro)		Serin (Ser)		Tirozin (Tyr)	
Depolama Süresi (Gün)	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90	1	90
KT 0	9,68	9,28	18,02	16,84	3,96	3,96	55,53	49,01	ns	ns	31,23	31,40	15,69	15,62	13,72	10,04
KY 0	10,92	8,96	20,58	16,06	4,33	3,84	54,50	46,40	ns	ns	34,43	28,94	22,76	15,21	11,69	9,61
KA 0	9,68	9,51	20,44	19,39	3,96	4,01	61,72	58,97	ns	ns	22,27	25,24	14,82	17,27	14,74	10,78
KY 2,5	8,77	7,02	14,84	13,83	3,33	3,02	45,51	39,73	ns	ns	23,21	23,61	14,36	11,96	11,21	7,85
KY 5,0	8,28	8,02	16,39	16,67	3,52	3,27	45,97	49,75	ns	ns	27,72	27,82	16,16	12,21	11,50	10,92
KY 7,5	8,27	8,51	16,46	15,94	3,46	3,47	46,19	45,07	ns	ns	27,63	25,43	14,93	15,13	8,94	8,48
KA 2,5	8,49	10,17	14,56	21,2	3,14	4,32	42,58	63,88	ns	ns	21,11	23,49	14,35	15,53	11,08	14,22
KA 5,0	11,07	10,16	20,11	22,08	4,55	4,43	61,03	65,05	ns	ns	30,48	24,54	19,43	15,46	14,35	14,68
KA 7,5	11,56	10,55	24,63	17,82	4,98	4,32	73,28	52,24	ns	ns	26,24	33,38	18,31	16,67	15,81	10,26
Minimum	8,27	7,02	14,56	13,83	3,14	3,02	42,60	39,73	ns	ns	21,11	23,49	14,41	11,96	8,94	7,85
Maksimum	11,56	10,55	24,63	22,08	4,98	4,43	73,28	65,05	ns	ns	34,43	33,38	22,76	17,27	15,81	14,68
Ortalama	9,64	9,13	18,45	17,76	3,91	3,85	54,74	52,23	ns	ns	27,14	27,09	16,84	15,00	12,56	10,76

ns: tespit limitinin altında

Çizelge 4.21. Kaşar peyniri örneklerinin amino asit bileşimine ait varyans analizi sonuçları (g/kg)

	Kaşar peyniri çeşidi									Gün			
Amino Asit (AA)	KT 0	KY 0	KY 2,5	KY 5,0	KY 7,5	KA 0	KA 2,5	KA 5,0	KA 7,5	1	90	Örnek	Dönem
Arjinin	7,7 ^d	8,1 ^c	6,7 ^e	6,9 ^e	6,8 ^e	8,2 ^c	7,9 ^d	9,0 ^b	9,3 ^a	8,0 ^a	7,6 ^b	**	**
Fenilalanin	9,8 ^c	9,8 ^c	8,3 ^e	8,7 ^d	8,9 ^d	10,8 ^b	9,8 ^c	11,5 ^a	11,7 ^a	10,0 ^a	9,8 ^b	**	**
Histidin	7,0 ^e	7,8 ^c	6,1 ^g	6,4 ^f	5,9 ^h	7,2 ^d	7,9 ^c	9,3 ^a	8,0 ^b	7,9 ^a	6,7 ^b	**	**
İzolösin	13,6 ^c	13,1 ^d	10,3 ^g	12,2 ^e	11,6 ^f	14,8 ^b	12,9 ^d	15,1 ^b	16,3 ^a	13,4 ^a	13,3 ^a	**	**
Lösin	23,1 ^d	22,9 ^d	17,8 ^h	20,2 ^f	19,8 ^g	24,8 ^c	22,4 ^e	26,2 ^b	27,4 ^a	22,8 ^a	22,6 ^b	**	ns
Lisin	26,7 ^e	26,5 ^{ef}	21,8 ^g	25,9 ^f	21,5 ^g	33,5 ^c	32,4 ^d	38,1 ^a	34,9 ^b	31,1 ^a	27,0 ^b	**	**
Methionin	7,5 ^d	8,0 ^c	5,5 ^h	6,9 ^e	6,1 ^g	8,5 ^b	6,4 ^f	7,5 ^d	8,8 ^a	8,3 ^a	6,2 ^b	**	**
Treonin	9,1 ^c	9,5 ^b	7,3 ^e	7,9 ^d	8,0 ^d	9,3 ^b	9,1 ^c	10,1 ^a	10,2 ^a	9,3 ^a	8,6 ^b	**	**
Valin	14,1 ^d	13,8 ^e	11,6 ^h	38,8 ^g	12,3 ^g	14,6 ^c	13,6 ^f	16,0 ^b	16,3 ^a	13,9 ^a	13,7 ^b	**	*
Alanin	9,4 ^{de}	9,9 ^c	7,9 ^h	8,1 ^g	8,4 ^f	9,6 ^d	9,3 ^e	10,6 ^b	11,1 ^a	9,6 ^a	9,1 ^b	**	**
Aspartik Asit	17,4 ^e	18,3 ^c	14,3 ^g	16,5 ^f	16,2 ^f	19,9 ^b	17,9 ^d	21,1 ^a	21,2 ^a	18,4 ^a	17,6 ^b	**	**
Glisin	3,9 ^d	4,1 ^c	3,2 ^g	3,4 ^f	3,4 ^f	4,0 ^d	3,7 ^e	4,5 ^b	4,6 ^a	4,0 ^a	3,8 ^b	**	**
Glutamik asit	52,2 ^c	50,4 ^d	42,6 ^g	47,8 ^e	45,6 ^f	60,3 ^b	53,2 ^c	63,0 ^a	62,8 ^a	54,0 ^a	52,2 ^b	**	**
Prolin	31,3 ^a	31,6 ^a	23,4 ^f	22,7 ^{fg}	26,5 ^e	28,7 ^c	22,3 ^g	27,6 ^d	29,8 ^b	27,1 ^a	27,0 ^a	**	ns
Serin	15,6 ^c	18,9 ^a	13,6 ^f	14,2 ^e	15,0 ^d	16,0 ^c	14,9 ^d	17,4 ^b	17,5 ^b	16,8 ^a	15,0 ^b	**	**
Tirosin	11,9 ^d	10,6 ^f	9,5 ^g	11,3 ^e	8,7 ^h	12,8 ^{bc}	12,7 ^c	14,5 ^a	13,0 ^b	12,6 ^a	10,7 ^b	**	**
Esansiyel AA	118,9	119,5	102,1	134,1	100,8	132	122,5	142,8	142,9	124,7	115,6		
Esansiyel Olmayan AA	142	144,2	114,1	124,1	124	151,4	134	158,7	160	142,5	135,4		
Genel Toplam	260,9	263,7	216,2	258,2	224,8	283,4	256,5	301,5	302,9	267,2	251		

(*) $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

4.6. Kaşar Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Dünyada sütün elde edildiği her bölgede sayısız peynir çeşidinin de üretildiği bilinmektedir. Yüksek besin içeriği ve kendine özgü duyusal özellikleri peyniri her yaş grubundaki insan için en çekici gıdalardan biri haline getirmektedir. Peynirlerin tüketim kalitelerini belirleyen duyusal karakteristikleri insan duyuları tarafından tüketim esnasında algılanan çeşitli özelliklerdir. Bu özellikler görünüm, lezzet ve doku özellikleri. olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte peynirler farklı hayvan sütlerinden çok çeşitli üretim teknikleriyle üretilip farklı sunum şekillerinde de tüketiciye aktarılan gastronomik ve kültürel anlamda değerli gıdalardır. Bazı peynir çeşitleri yerel pazarlar için düşük miktarlarda üretilip tüketilirken bazıları ise büyük üretim tesislerinde, yüksek miktarlarda ve otomasyonla üretilip farklı ülkelerde ve kıtalarda tüketici tarafından kabul görebilmektedir. Peynirler tüketim öncesi yıllarca olgunlaştırılırken bazıları ise taze olarak tüketilmektedir. Peynir üretim tekniklerindeki bu önemli çeşitlilik, her biri karmaşık duyusal özelliklere sahip olan sayısız peynir çeşidinin ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır (Lawlor vd., 2001; Baysal & Ozcan, 2020)

Tüketim kalitesi, tüketici tarafından kabul edilebilirlik ve yeniden satın alma niyetini belirlemektedir. Bu anlamda, peynirlerin duyusal değerlendirmesi, üretim prosedürlerinin ve bileşimin spesifik duyusal karakteristikleri üzerine etkisini ortaya çıkarmak için büyük önem taşımaktadır. Duyusal değerlendirme, peynirin tüketim kalitesi ve tüketici tarafından kabul edilebilirliği üzerinde etkisini belirlemek için vazgeçilmez bir nitelik taşımaktadır. Gıda tekstürü ise, görsel, işitsel, dokunsal ve kinestetik duyular ile ve/veya çeşitli objektif ölçümlerden biri veya daha fazlası kullanılarak öznel olarak algılanabilen en karmaşık duyusal özellik olarak tanımlanmaktadır (Keser & Ozcan, 2020).

Peynir kalitesi beş anahtar faktör içermektedir: sütün bileşimi, asitlik gelişiminin derecesi, nem içeriği, pıhtı kontrolü/jelleşme ve olgunlaşma koşulları. Peynirde duyusal kaliteyi etkileyebilecek diğer faktörler ise süt çeşidi, starter kültürler ve üretim teknolojisi olarak tanımlanmaktadır (Lucey vd., 2003; Walstra vd., 2006; Sameen vd., 2010). Uçucu bileşenler peynirin duyusal algısında önemli bir rol oynamaktadır. Tipik

peynir aroması lipoliz, proteoliz, laktoz, laktat ve sitrat metabolizması sonucu oluşan uçucu bileşenlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Duyusal değerlendirme için, peynir de dahil olmak üzere pek çok ürünün değerlendirilmesinde çoğunlukla uygulanan “Kantitatif Tanımlayıcı Analiz” (QDA) kullanılmıştır (Lawless & Heymann, 2010).

Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA), duyusal değerlendirmede temel tanımlayıcı analiz tekniklerinden birisi olup lezzet profili oluşturma metodunun geliştirilmiş bir şeklidir. Yöntemde, 10-12 değerlendircili bir panel oluşturulmaktadır. Bu metot istatistiki verinin güvenilirliğini artırmak amacıyla tasarlanmıştır (Stone & Sidel, 2004). Çalışma öncesi lezzet profili oluşturma metodu için değerlendirme öncesinde referans materyaller kullanılarak bir terminoloji geliştirilmiş ve panelistler ürünlere ilişkin bilgilendirilmiştir. Değerlendirme esnasında sadece bireysel değerlendirme yapılarak ve örnekler arasındaki nispi farklılıklar puanlanarak istatistiksel analiz ile uygulanmıştır.

Farklı oranlarda yayık altı tozu içeren kaşar peyniri örneklerinin kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) duyusal değerlendirme profili aromatik tatlar, temel tatlar ve tekstürel özelliklere ait değerler dikkate alınarak maksimum 15 puan üzerinden değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Çizelge 4.23). Yapılan duyusal analize ait varyans analizi sonucu gruplar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi Çizelge 4.24, Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26’da belirtilmektedir.

Gıdanın tekstürü ve aroma arasındaki ilişkiyi inceleyen sistemlerde, aroma salınımının ve belirgin aromatik tatların gıdanın viskozitesinden ve mikroyapısından etkilendiği belirtilmektedir. Deformasyon derecesi çiğneme değişikliklere yol açmakta ve çiğneme değişiklikleri de aroma bileşiklerinin gıda matriksinden serbest hale geçişini etkilemektedir (Terta vd., 2006; Salles vd., 2011). Kaşar peynirlerinin kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) duyusal değerlendirmesinden elde edilen ve öne çıkan bazı “**aromatik tat**” değerleri incelendiğinde pişmiş süt tadı, peynir altı suyu tadı, kremi tat ve bütirik asit tadı belirgin tatlar olarak tanımlanmıştır. Peynir altı suyu tadı yağsız peynirlerde ve yayık altı suyu oranı arttıkça yüksek olarak belirlenmiştir. Bunun denatüre peynir suyu proteinlerinin aromasından kaynaklandığı söylenebilir. Belirtilen aromatik tatların algılanma derecesi depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.24).

Gıdaların temel tat özellikleri tatlı, ekşi, tuzlu, acı ve umami olarak ayrılmaktadır ve çoğunlukla suda çözünür küçük moleküllü bileşikler bu özelliği ortaya çıkarmaktadır. Tat, tat tomurcukları içindeki reseptörler tarafından su, yağ veya tükürükte çözünmüş uyarıların tespit edilmesi ile oluşmaktadır (Lindemann, 2001; Keser & Ozcan, 2020). Kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) duyu değerlendirmesinde “temel tat” değerleri açısından kaşar peynirlerinde ekşilik, tuzluluk ve fermente tat belirgin tatlar olarak tanımlanmıştır. Peynirin olgunlaşması ile birlikte fermente tat ve tuzluluk daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.25).

Tekstür, gıdaların yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin duyu ve işlevsel bir sonucudur ve gıdalardaki tat, aroma ve doku algısı, nefes alma, çiğneme, tükürme, yutma, sıcaklık değişimleri ve dil hareketlerinin doğası nedeniyle dinamik bir durumdur (Keser & Ozcan, 2020). Kaşar peynirlerinin duyu tekstürel özelliklerinin QDA yöntemi ile duyu değerlendirilmesinde sertlik, yapışkanlık, kırılabilirlik, dağılma, sıkılık, taneli yapı, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık temel tekstür profiline ait tanımlamaları oluşturmuştur. Kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında sertlik puanları yarım yağlı ve az yağlı grupta daha yüksek bulunurken, sakızimsılık değerleri ise daha düşük bulunmuştur. Peynirlerde yayık altı tozu oranı arttıkça ve az yağlı grupta sıkılık, kırılabilirlik ve taneli yapı puanlarının arttığı saptanmıştır. Yapışkanlık yağ oranı azaldıkça azalmıştır (Çizelge 4.25).

Genel olarak QDA- duyu tanımlama testi sonucunda; az yağlı örneklerde (KA) daha sert, parçalı ve kırılabilir yapı, daha düşük yapışkanlık tanımlanmıştır. Kontrol örneklerinde (KT, KY 0 ve KA 0) yapı daha homojen algılanmıştır. Yağ oranı azaldıkça ve yayık altı suyu tozu ilavesi arttıkça fermente tat ve asidik aroma algısı artmıştır. Tuzluluk daha belirgin hissedilmiştir. Depolama boyunca da sertlik artmıştır.

Tüketici tercihlerini değerlendirmek için çok sayıda yöntem bulunmakla birlikte, pek çoğu gıdaların duyu özelliklerini anlamaya odaklanmaktadır. Kaşar peyniri örneklerinin tüketici beğenisine ait hedonik (kişisel beğeni, tercih, öncelik) duyu değerlendirmesine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27 de açıklanmaktadır.

Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kaşar peyniri örneklerinin **renk** değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi yönünden $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, olgunlaşma süresi, peynir çeşidi ve olgunlaşma süresi interaksyonu açısından istatistiksel bakımdan önemli fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Kaşar peyniri grupları incelendiğinde yayık altı tozu ilave edilmiş peynir gruplarının kontrol gruplarına göre daha az da olsa düşük renk puanı aldığı saptanmıştır. Ancak KY 2,5 örneği kontrol gruplarından daha yüksek renk puanı elde etmiştir. Renk yönünden en beğenilmeyen örnek KA 7,5 iken en beğenilen peynir çeşidinin KY 2,5 olduğu belirlenmiştir. Bu durumun peynirlerde yayık altı tozu miktarı arttıkça daha solgun/mat bir renk elde edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin dış görünüş değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi, dönem ve örnek x dönem interaksyonları açısından istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ derecesinde önemli bulunmuştur. Dış görünüş puanları yönünden örnek ortalamaları sıralandığında en beğenilen örnek KY 2,5 ve en az beğenilen KA 7,5 örneği olarak saptanmıştır. Kontrol gruplarıyla kıyaslandığında dış görünüş puanlarının az yağlı grupta daha düşük, yarım yağlı grupta daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin yapı ve tekstür değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli; dönem ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Yapı ve tekstür puanları yönünden örnek ortalamaları sıralandığında en beğenilen örnek KY 2,5 örneğidir. Peynirlerde yayık altı tozu içeriği arttıkça yapı ve tekstür puanlarının azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.27). Bahrami vd. (2015) yaptığı çalışmada süte yayık altı suyu ilavesi oranı arttıkça krem peynirlerde duyuusal skorun olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli; dönemler ve örnek x dönem interaksyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Elastikiyet puanları yönünden örnek ortalamaları sıralandığında en beğenilen örnek KY 2,5 ve en az beğenilen örnek ise KA7,5 olarak belirlenmiştir. Elastikiyet puanlarının yarım yağlı ve az yağlı grupta daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin koku değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde; dönemler arasındaki fark $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Koku puanları yönünden örnek ortalamaları sıralandığında en beğenilen örnek KY 2,5 ve KY 5.0 olurken en az beğenilenin KA 7,5 olduğu saptanmıştır. Kontrol grupları ile karşılaştırıldığında koku puanlarının yarım yağlı grupta daha yüksek, az yağlı grupta ise biraz daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin aroma değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde; dönemler arasındaki fark $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Aroma puanları yönünden örnek ortalamaları sıralandığında en beğenilen örnek KY 2,5 olurken, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında yarım yağlı ve yayık altı tozu içeren kaşar peynirlerinin kontrol gruplarına göre (KT 0, KY 0 ve KA 0'a göre) daha yüksek puan aldıkları saptanmıştır. Bu durumun yağlılık oranına bağlı olarak peynirlerin aroma oluşumuna kaynak sağlayan lipolize bağlı uçucu yağ asitleri seviyesinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.27).

Tat reseptör hücrelerinde, tip I hücreleri tuzlu tadın algılanmasında etkili olmaktadır ve kurumadde ve pH ile korelasyon göstermektedir. Örneklerin tuzluluk değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre az yağlı peynirlerde fermente tadın daha güçlü algılanmasına bağlı olarak tuzluluk da daha düşük beğeni almıştır ($p \leq 0,01$) ve depolama boyunca belirgin bir farklılık ortaya çıkmamıştır ($p \geq 0,05$) (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin tat değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli görülürken; dönemler ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Tat puanlarının tam ve yarım yağlı grupta daha yüksek ve az yağlı grupta daha düşük bulunması diğer duyuşal parametrelerde de aynı sonuç saptandığı için yağın aromaya kattığı spesifik etki ile bağlantılı olarak beklenen bir durumdur (Çizelge 4.27).

Duyusal psikoloji, nörolojik sistem tarafından verilen geri bildirim mekanizmalarının yardımıyla ağızdaki hislerin algılanması ve duysal özelliklerin belirlenmesini hedef almaktadır. Kaşar peyniri örneklerinin tüketici beğenisinin genel kabul edilebilirlik değerleri bakımından peynir çeşitleri arasındaki fark $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli görülürken; dönemler ve örnek x dönem interaksiyonları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Genel kabul edilebilirlik puanları yönünden genel olarak peynirler belirgin derecede benzer özellik göstermiştir. Yalnızca KA 7,5 örneği diğer duysal parametreler ile de bağlantılı olarak daha düşük derecede genel beğeniye sahip olmuştur. (Çizelge 4.27).

Kaşar peyniri örneklerinin duysal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde yayık altı tozu ilave edilmiş yarım yağlı peynirlerde duysal skorlar yüksek iken az yağlı peynirlerde nispeten daha düşük puanlar elde edildiği görülmüştür. Bu bağlamda duysal analizlerde KY 2,5 örneğinin ön plana çıktığı söylenebilir. Bu örnekte duysal değerlerin KY 0 kontrol grubuna oldukça yakın çıktığı da tespit edilmiştir.

Süt ürünlerinin duysal özellikleri tüketiciler tarafından kabul edilebilirliklerinin temel belirleyicilerinden biridir (Kończak & Kupiec, 2004). Bu bağlamda gerçekleştirilen duysal analiz sonuçlarına göre yayık altı suyu tozu içeren kaşar peynirlerinin duysal analiz parametreleri arasında çoğunlukla belirgin önemli farklılıklar görülmemiştir. Hedonik değerlendirmede örnekler genel olarak “çok beğendim” skalasının üzerinde yer almıştır (>8). Elde edilen sonuçlar, yayık altı tozunun, teknolojik ve duysal anlamda yüksek kaliteli kaşar peyniri üretimi için uygun bir hammadde olarak kabul edilebileceği sonucuna varmayı mümkün kılmaktadır.

Çizelge 4.22. Kontrol grubu kaşar peynirlerinin Duyusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim

ÇEŞİTLER	KT 0				KY 0				KA 0			
DÖNEMLER (Gün)	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
Aromatik tatlar												
Pişmiş Süt Tadı	0,88	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0
Peynir Altı Suyu Tozu Tadı	0,13	0,25	0	0	0,50	0,25	0	0	0,63	0,25	0	0
Kremisi	5,75	4,00	1,00	0	5,50	4,00	1,33	0	4,88	3,94	1,33	0
Kükürtlü	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bütirik Asit Tadı	1,88	2,50	1,63	0	3,13	2,50	1,17	1,25	2,75	2,38	1,50	0
Hayvanımsı Tat	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meyvemsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fındığımsı ve Cevizimsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metalik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depo Kokusu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimyasal Tat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maya, Küf	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0
Temel tatlar												
Ekşi	3,44	1,00	1,13	7,25	3,38	1,19	1,33	7,25	3,63	1,20	1,50	7,50
Acı	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0
Tuzlu	6,19	7,00	6,25	7,75	6,44	6,88	6,33	7,75	6,19	7,50	6,67	8,00
Tatlı	0,38	0,13	0,13	0,75	0,50	0,88	0,83	0,50	0,50	0,38	0,17	0,25
Temel Tatların Dışında	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dilde Karbonat Tadı	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermente Olmuş tat	6,75	7,75	7,58	7,25	7,13	8,06	7,60	7,00	6,60	7,90	7,67	7,75
Tekstürel Özellikler												
Sertlik	7,38	8,06	7,17	9,00	7,50	8,38	7,50	8,25	7,75	8,25	7,25	8,50
Yüzey filmi	2,50	0	1,50	0	2,13	0,13	1,42	0	2,13	0,25	1,33	0
Yapışkanlık	3,75	4,19	6,33	3,75	3,63	4,81	6,42	4,00	3,63	4,75	6,58	3,25
Kırılganlık/Ufalanma	3,63	4,38	4,00	0	4,13	4,88	4,00	0	4,11	5,63	4,17	1,75
Dağılma/Çözünme	5,38	7,00	3,33	0	5,00	7,38	3,50	0	5,50	7,25	3,50	0
Sıklık	7,50	8,44	5,83	9,00	7,50	8,88	5,92	8,25	8,00	9,06	6,17	6,25
Tanecikli/Parçalı	3,50	4,25	3,17	0	3,75	4,13	3,33	0	3,75	4,13	3,33	1,00
Çiğnenebilirlik	7,75	7,81	6,83	9,50	8,00	7,81	6,75	8,50	8,13	7,63	6,50	8,00
Sakızimsılık	7,38	4,75	4,00	8,25	7,25	4,50	3,75	7,50	7,00	4,00	4,33	7,00
0: En düşük yoğunluk												
7-8: Orta derecede yoğunluk												
15: En yüksek yoğunluk												

Çizelge 4.23. Yarım yağlı kaşar grubu peynirlerinin Duyusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim

ÇEŞİTLER	KY 2,5				KY 5,0				KY 7,5			
DÖNEMLER (Gün)	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
Aromatik tatlar												
Pişmiş Süt Tadı	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
Peynir Altı Suyu Tozu Tadı	1,88	2,00	1,00	0	0,25	0,88	1,00	0	4,38	2,38	1,17	0
Kremesi	6,50	3,88	1,33	0	7,63	3,88	1,33	0	6,23	4,25	1,33	0
Kükürtlü	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
Bütirik Asit Tadı	2,75	2,65	1,17	0	3,38	2,88	1,17	0	2,88	3,00	1,33	0
Hayvanımsı Tat	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0,38	0	0	0
Nemli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meyvemsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fındığımsı ve Cevizimsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metalik	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0
Depo Kokusu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimyasal Tat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maya, Küf	0	0	0	0	1,13	0	0	0	0	0	0	0
Temel tatlar												
Ekşi	4,31	1,38	1,67	7,50	4,63	1,06	1,83	7,88	5,19	1,13	1,67	8,20
Acı	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0,13	0	0	0
Tuzlu	6,68	7,63	4,83	8,05	6,81	7,88	6,83	8,15	7,44	7,25	7,17	8,50
Tatlı	0,13	0,13	0	0	0,13	0	0	0	0,13	0	0,33	0,50
Temel Tatların Dışında	0	0	0	0	0,31	0	0	0	0,13	0	0	0
Dilde Karbonat Tadı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermente Olmuş tat	6,69	7,69	7,58	7,25	7,50	7,98	7,80	7,90	7,56	8,78	8,00	8,45
Tekstürel Özellikler												
Sertlik	8,25	8,61	7,50	9,25	8,81	8,66	8,08	9,75	9,59	9,36	8,17	8,98
Yüzey filmi	1,88	0	1,33	0	1,94	0,50	1,50	0	1,81	1,25	1,33	0
Yapışkanlık	4,01	4,38	6,92	3,00	4,74	4,29	6,67	2,75	4,96	4,38	6,17	2,30
Kırılganlık/Ufalanma	6,63	5,25	4,17	2,00	6,81	6,91	4,33	1,50	9,11	7,13	4,83	4,18
Dağılma/Çözünme	6,00	7,06	3,67	3,75	6,75	7,83	3,67	3,75	7,13	7,75	4,00	3,75
Sıklık	8,50	8,44	6,17	6,50	8,75	8,79	6,58	6,75	10,13	8,94	6,83	8,75
Tanecikli/Parçalı	4,50	4,38	3,50	0,75	5,13	4,44	3,67	0,50	6,25	4,85	3,83	4,00
Çiğnenebilirlik	8,56	7,81	6,83	8,75	8,19	7,85	6,83	8,25	8,61	7,73	6,67	3,50
Sakızimsılık	7,13	4,75	3,92	6,75	7,13	4,53	3,42	6,25	7,28	3,63	3,25	3,00
0: En düşük yoğunluk												
7-8: Orta derecede yoğunluk												
15: En yüksek yoğunluk												

Çizelge 4.24. Az yağlı kaşar grubu peynirlerinin Duyusal Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen tat ve tekstürel özelliklerindeki değişim

ÇEŞİTLER	KA 2,5				KA 5,0				KA 7,5			
DÖNEMLER (Gün)	1	30	60	90	1	30	60	90	1	30	60	90
Aromatik tatlar												
Pişmiş Süt Tadı	0,25	0	0	0	0,13	0	0	0	0,13	0	0	0
Peynir Altı Suyu Tozu Tadı	7,19	2,25	1,17	0	6,94	1,94	1,67	0	7,06	2,00	1,67	0
Kremisi	7,34	4,00	1,33	0	6,75	4,00	1,33	0	5,79	4,00	1,33	0
Kükürtlü	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bütirik Asit Tadı	3,88	2,63	1,50	0	4,00	2,25	1,50	0	4,44	2,13	1,50	0
Hayvanımsı Tat	0,50	0	0	0	1,25	0	0	0	1,88	0	0	0
Nemli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meyvemsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fındığımsı ve Cevizimsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metalik	0,50	0	0	0	0,75	0	0	0	0,88	0	0	0
Depo Kokusu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimyasal Tat	0	0	0	0	1,00	0	0	0	1,13	0	0	0
Maya, Küf	0	0	0	0	1,06	0	0	0	1,25	0	0	0
Temel tatlar												
Ekşi	4,50	1,13	1,83	8,80	4,13	1,13	1,92	9,13	4,19	1,13	1,33	9,70
Acı	0,38	0	0	0	1,00	0	0	0	1,00	0	0	0
Tuzlu	7,94	7,19	7,00	8,33	7,94	7,38	7,00	8,38	8,19	7,31	7,17	9,18
Tatlı	0,63	0	0	0,50	0,13	0	0	0,50	0,19	0	0	0,50
Temel Tatların Dışında	0,88	0	0	0	1,13	0	0	0	1,44	0,25	0	0
Dilde Karbonat Tadı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermente Olmuş tat	7,81	8,15	8,08	8,73	8,23	8,51	8,05	9,30	7,81	6,89	8,25	9,88
Tekstürel Özellikler												
Sertlik	9,81	9,93	9,83	9,05	10,75	10,48	10,67	9,88	11,81	11,00	10,17	10,75
Yüzey filmi	2,88	1,88	2,08	0	1,31	1,99	2,25	0	1,25	2,13	1,67	0
Yapışkanlık	5,06	5,38	5,53	5,45	4,93	3,43	5,33	2,15	4,05	3,00	6,13	2,00
Kırılganlık/Ufalanma	8,75	6,94	6,33	4,25	9,74	7,55	7,00	4,35	10,11	8,50	7,00	4,50
Dağılma/Çözünme	7,18	7,44	3,83	0	8,44	8,06	3,83	0	8,49	7,94	4,00	0
Sıklık	10,09	9,21	7,83	9,25	11,40	9,94	8,30	10,05	12,60	10,28	9,17	10,78
Tanecikli/Parçalı	6,13	4,88	5,45	4,15	7,13	5,56	5,63	4,45	8,13	6,00	5,67	4,50
Çiğnenebilirlik	10,13	7,46	7,42	3,00	9,38	7,73	7,53	2,63	9,95	7,96	7,00	2,00
Sakızimsılık	8,00	3,10	3,50	3,00	8,88	2,65	3,37	2,50	8,79	2,36	3,28	2,00
0: En düşük yoğunluk 7-8: Orta derecede yoğunluk 15: En yüksek yoğunluk												

Çizelge 4.25. Kaşar peynirlerinin Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen belirgin “aromatik tatlar” değerlerine air varyans analizi tablosu

Örnek	YAT ^a (%)	N	Pişmiş Süt Tadı	Peynir altı Suyu Tadı	Kremisi Tat	Bütirik Asit Tadı
KT	0	32	0,22 ^a	0,09 ^c	2,69 ^a	1,50 ^a
KY	0	32	0	0,19 ^c	2,71 ^a	2,01 ^a
	2,5	32	0	1,22 ^{abc}	2,93 ^a	1,64 ^a
	5	32	0	0,53 ^{bc}	3,21 ^a	1,85 ^a
	7,5	32	0,06 ^a	1,98 ^{ab}	2,95 ^a	1,80 ^a
KA	0	32	0,22 ^a	0,22 ^c	2,54 ^a	1,65 ^a
	2,5	32	0,06 ^a	2,65 ^a	3,17 ^a	2,00 ^a
	5	32	0,03 ^a	2,63 ^a	3,02 ^a	1,94 ^a
	7,5	32	0,03 ^a	2,68 ^a	2,78 ^a	2,01 ^a
Olgunlaşma Süresi (Gün)						
1		72	0,28 ^a	3,21 ^a	6,26 ^a	3,23 ^a
30		72	0	1,35 ^b	3,99 ^b	2,54 ^{ab}
60		72	0	0,85 ^{bc}	1,29 ^c	1,38 ^{bc}
90		72	0	0	0	0,14 ^c
ANOVA		DF				
Örnek (Ö)		8	ns	ns	ns	ns
Olgunlaşma Süresi (D)		3	*	ns	**	**
Ö x D		24	ns	ns	ns	ns
Hata		252				

(*) $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.26. Kaşar peynirlerinin Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) kapsamında elde edilen belirgin “temel tatlar” değerlerine air varyans analizi tablosu

Örnek	YAT ^a (%)	N	Ekşi	Tuzlu	Tatlı	Fermente Olmuş Tat
KT	0	32	3,20 ^a	6,80 ^b	0,34 ^{ab}	7,33 ^c
KY	0	32	3,29 ^a	6,84 ^b	0,67 ^a	7,44 ^{bc}
	2,5	32	3,71 ^a	6,79 ^b	0,06 ^b	7,30 ^c
	5	32	3,85 ^a	7,42 ^{ab}	0,03 ^b	7,79 ^{abc}
	7,5	32	4,04 ^a	7,59 ^{ab}	0,23 ^{ab}	8,20 ^{ab}
KA	0	32	3,45 ^a	7,09 ^{ab}	0,32 ^{ab}	7,47 ^{bc}
	2,5	32	4,06 ^a	7,61 ^{ab}	0,28 ^{ab}	8,19 ^{ab}
	5	32	4,07 ^a	7,67 ^{ab}	0,15 ^b	8,52 ^a
	7,5	32	4,08 ^a	7,96 ^a	0,17 ^b	8,21 ^{ab}
Olgunlaşma Süresi (Gün)						
1		72	4,15 ^b	7,09 ^{bc}	0,30 ^a	7,34 ^b
30		72	1,15 ^c	7,30 ^b	0,17 ^b	7,97 ^a
60		72	1,58 ^c	6,58 ^c	0,16 ^b	7,84 ^{ab}
90		72	8,14 ^a	8,23 ^a	0,39 ^c	8,17 ^a
ANOVA		DF				
Örnek (Ö)		8	ns	ns	*	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	**	**	**	**
Ö x D		24	ns	ns	ns	ns
Hata		252				

(*)p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.27. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin Kantitatif Tanımlayıcı Test (QDA) kapsamında elde edilen tekstürel değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Sertlik	Yapışkanlık	Kırılgenlik/ Ufalanma	Dağılma /Çözülme	Sıklık	Tanecikli Yapı	Çiğnenebilirlik	Sakızimsılık
KT	0	32	7,89 ^e	4,57 ^a	3,00 ^d	3,96 ^a	7,70 ^d	2,78 ^c	7,98 ^a	6,18 ^a
KY	0	32	7,93 ^{de}	4,71 ^a	3,25 ^d	4,00 ^a	7,60 ^d	2,78 ^c	7,78 ^a	5,76 ^{ab}
	2,5	32	8,40 ^{de}	4,58 ^a	4,56 ^{cd}	5,17 ^a	7,45 ^d	3,34 ^{bc}	8,03 ^a	5,67 ^{ab}
	5	32	8,85 ^{cde}	4,64 ^a	4,95 ^{bcd}	5,53 ^a	7,75 ^{cd}	3,48 ^{bc}	7,81 ^a	5,35 ^{ab}
	7,5	32	9,01 ^{cd}	4,44 ^a	6,32 ^{abc}	5,66 ^a	8,67 ^{bcd}	4,74 ^{abc}	6,70 ^a	4,20 ^b
KA	0	32	7,92 ^{de}	4,67 ^a	3,93 ^d	4,09 ^a	7,451 ^d	3,09 ^c	7,59 ^a	5,62 ^{ab}
	2,5	32	9,64 ^{bc}	4,11 ^a	6,55 ^{abc}	4,60 ^a	9,06 ^{bc}	5,12 ^{abc}	7,00 ^a	4,40 ^{ab}
	5	32	10,46 ^{ab}	3,96 ^a	7,15 ^{ab}	5,09 ^a	9,91 ^{ab}	5,74 ^{ab}	6,84 ^a	4,39 ^{ab}
	7,5	32	10,92 ^a	3,78 ^a	7,52 ^a	5,10 ^a	10,72 ^a	6,15 ^a	6,72 ^a	4,15 ^b
Olgunlaşma Süresi (Gün)										
1		72	9,07 ^{ab}	4,30 ^b	7,00 ^a	6,65 ^a	9,38 ^a	5,36 ^a	8,74 ^a	7,64 ^a
30		72	9,19 ^{ab}	4,06 ^{bc}	6,35 ^{ab}	7,52 ^a	9,10 ^{ab}	4,73 ^a	7,75 ^{ab}	3,80 ^c
60		72	8,49 ^b	6,25 ^a	5,11 ^b	3,76 ^b	6,97 ^c	4,23 ^a	6,96 ^{bc}	3,68 ^c
90		72	9,26 ^a	2,92 ^c	2,54 ^c	1,28 ^c	8,46 ^b	2,23 ^b	6,09 ^c	5,20 ^b
ANOVA										
Örnek (Ö)		DF								
Olgunlaşma Süresi		8	**	ns	**	ns	**	**	ns	*
(D)		3	*	**	**	**	**	**	**	**
Ö x D		24	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
Hata		252								

^a:Yayık altı tozu (*) p≤0,05 düzeyinde önemli (**) p≤0,01 düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır. (0: En düşük yoğunluk, 7-8: Orta derece yoğunluk, 15: En yüksek yoğunluk)

Çizelge 4.28. Farklı oranlarda yayık altı tozu ilave edilmiş kaşar peyniri örneklerinin tüketici beğenisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Örnek	YAT ^a (%)	N	Renk	Dış Görü- nüş	Yapı ve Tekstür	Elastikiyet	Koku	Aroma	Tuzluluk	Tatlılık	Genel Kabul Edilebilirlik
KT	0	32	8,87 ^{ab}	8,83 ^{ab}	8,77 ^a	8,80 ^a	8,81 ^{ab}	8,68 ^{abc}	8,87 ^a	8,73 ^a	8,89 ^a
KY	0	32	8,91 ^{ab}	8,88 ^a	8,79 ^a	8,81 ^a	8,78 ^{ab}	8,61 ^{abc}	8,74 ^a	8,60 ^a	8,78 ^a
	2,5	32	8,98 ^a	8,97 ^a	8,85 ^a	8,61 ^{ab}	8,83 ^{ab}	8,84 ^a	8,81 ^a	8,84 ^a	8,82 ^a
	5	32	8,87 ^{ab}	8,92 ^a	8,73 ^a	8,57 ^{ab}	8,83 ^a	8,77 ^{ab}	8,88 ^a	8,80 ^a	8,72 ^a
	7,5	32	8,64 ^{bc}	8,59 ^{bc}	8,40 ^a	8,07 ^{bc}	8,73 ^{ab}	8,74 ^{ab}	8,84 ^a	8,67 ^a	8,47 ^a
KA	0	32	8,81 ^{ab}	8,75 ^{ab}	8,59 ^a	8,56 ^{ab}	8,50 ^{abc}	8,40 ^{bc}	8,75 ^a	8,50 ^{ab}	8,61 ^a
	2,5	32	8,61 ^{bc}	8,59 ^{bc}	7,81 ^b	7,61 ^{cd}	8,59 ^{abc}	8,28 ^{cd}	8,59 ^{ab}	8,14 ^{bc}	7,87 ^b
	5	32	8,41 ^{cd}	8,33 ^{cd}	7,39 ^{bc}	7,14 ^{de}	8,33 ^{bc}	7,82 ^e	8,31 ^b	7,87 ^{cd}	7,48 ^b
	7,5	32	8,12 ^d	8,09 ^d	7,09 ^c	6,65 ^e	8,22 ^c	7,86 ^{de}	8,25 ^b	7,71 ^d	6,92 ^c
Olgunlaşma Süresi (Gün)											
1		72	8,62 ^a	8,59 ^b	8,09 ^a	7,85 ^a	8,39 ^b	8,42 ^{ab}	8,76 ^a	8,47 ^a	8,17 ^a
30		72	8,81 ^a	8,83 ^a	8,27 ^a	8,15 ^a	8,74 ^a	8,26 ^b	8,51 ^b	8,36 ^a	8,26 ^a
60		72	8,70 ^a	8,63 ^b	8,32 ^a	8,22 ^a	8,72 ^a	8,46 ^{ab}	8,64 ^{ab}	8,48 ^a	8,28 ^a
90		72	8,62 ^a	8,58 ^b	8,39 ^a	8,14 ^a	8,65 ^{ab}	8,64 ^a	8,77 ^a	8,40 ^a	8,41 ^a
ANOVA		DF									
Örnek (Ö)		8	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Olgunlaşma Süresi (D)		3	ns	**	**	ns	*	*	*	ns	ns
Ö x D		24	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hata		252									

^aYayık altı tozu (*) $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır. (1- Kabul edilebilen en düşük değer, 9- Kabul edilebilen en yüksek değer, 9-Son derece beğendim, 8- Çok beğendim, 7- Orta derecede beğendim, 6- Az beğendim, 5- Ne beğendim ne beğenmedim, 4- Biraz beğenmedim, 3- Orta derecede beğenmedim, 2- Beğenmedim, 1- Hiç beğenmedim)

5. SONUÇ

Bu çalışmada, tereyağı işletmelerinde atık olarak görülen yayık altı suyunun fonksiyonel bileşiminin belirlenmesi, peynir üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması ve bu sayede yayık altı suyundan fonksiyonel değeri arttırılmış ve teknolojik özellikleri geliştirilmiş kaşar peyniri üretimi amaçlanmıştır. Böylece, yayık altı suyu bazlı biyoaktif gıdaların geliştirilmesinin, süt endüstrisinde tereyağı üretim teknolojisi atığı olarak görülen yayık altı suyunun değerlendirilmesine yönelik bir başlangıç olacağı düşünülmektedir.

Küresel sağlık ve fonksiyonel gıda pazarının giderek önem kazandığı günümüzde, süt sanayi sektörü için ilerlemenin tek yolu fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi gibi yenilikçi anlayışlara sahip olmaktır. Fonksiyonel nitelik taşıyan gıda bileşenlerinin sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya çıkması ile bu ürünlerin kullanıldığı gıda maddelerinin tüketimine olan eğilimin de her geçen gün arttığı düşünülürse, bu anlamda yapılan bu çalışma süt sektörüne yeni bir değer katacaktır.

Günümüzde gelişmekte olan toplumlarda ölüm nedenlerinin ilk sıralarında beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak ortaya çıkan kronik hastalıklar gelmektedir. Bu amaçla vücut sağlığını koruyan ve sürekliliğini sağlayan fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi son yıllarda giderek önem kazanmaktadır. Bunun sonucu olarak, sağlıklı gıda, fonksiyonel gıda, zenginleştirilmiş gıda ve diyet gıda gibi birçok kavram ortaya çıkmıştır. Son yıllarda süt endüstrisindeki yeni ürün geliştirme çalışmaları, fonksiyonel katkıları (probiyotik, prebiyotik, bitkisel ve hayvansal proteinler, diyet lifi, vitamin, mineral ve aroma maddeleri vb.) ile zenginleştirilmiş süt ve süt ürünlerinin geliştirilmesini kapsamaktadır.

Yeni bir ürün geliştirmede başarılı olabilmek için gıda sistemleri içerisinde bulunan gıda bileşenlerinin ve bu bileşenlerin gıda içerisindeki etkilerinin anlaşılması gerekmektedir.

Gıdaların tekstürü, tat ve aroması, işleme sırasındaki stabilitesi, besin değeri,

yapısı ve görünüşü gıdanın bileşimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle çalışmada gıda sanayinde birçok gıdanın fonksiyonel hale getirilmesinde bir bileşen olarak yer alabilecek yayık altı suyu ve yayık altı suyu tozu bileşiminin besinsel ve tekno-fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. Yapılan fiziksel, biyokimyasal, tekstürel ve duyusal analizler ile bu ürünün bileşimi ve nutrasötik etkisinin teknolojik parametrelere bağımlı olarak peynir modelinde değişimi, peynirin kalitesi, tüketici beğenisi ve teknolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Kaşar peynirlerine yüksek besin değerine sahip yayık altı suyu ilavesi ile tekstürel özelliklerin geliştirilmesinde; kıvam arttırma, jel oluşumunu güçlendirme, pıhtı sıkılığını sağlama, emülsiyon özelliğini sağlama, protein yönünden zenginleştirme ve sertlik sağlama gibi fonksiyonel özellikler kazandırdığı görülmüştür.

Bu çalışmada; yayık altı tozunun yağ ikame maddesi olarak kullanılma potansiyelinin araştırılması amacı ile %2,5, %5,0 ve %7,5 oranlarında yayık altı tozu içeren yarım yağlı (KY) ve az yağlı (KA) kaşar peyniri üretimi; kontrol grubu olarak ise yayık altı tozu ilave edilmemiş tam yağlı kaşar peyniri (KT) üretimi gerçekleştirilmiş ve düşük yağlı üründe görülebilecek kusurların azaltılması ve tekstürel özelliklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Üretilen kaşar peynirlerinin, kontrol grubu olan yayık altı tozu ilave edilmeyen peynirlere en yakın özelliklere sahip olanının saptanması amacıyla depolamanın 1., 30, 60., ve 90. günlerinde fiziko-kimyasal, duyusal, tekstürel özellikleri ile amino asit ve yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir.

Üretilen kaşar peynirlerinin fiziko-kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde yayık altı tozu (YAT) oranı arttıkça kurumadde ve kül içeriklerinin de belirgin olarak arttığı, YAT ilavesinin yarım yağlı peynir grubunda protein ve toplam azot oranını kontrol grubuna kıyasla belirgin derecede azalttığı, az yağlı grupta ise artırdığı belirlenmiştir. Bu durumun artan yağlılık seviyelerinin peynir kuru maddesindeki protein oranını düşürdüğünden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. YAT ilavesinin yağ değerlerini kontrol gruplarına kıyasla arttırdığı saptanmıştır.

YAT ilavesinin suda çözünen azot değerlerini genel olarak arttırdığı, olgunlaşma

katsayısı değerlerini ise yarım yağlı grupta artırırken az yağlı grupta kontrol gruplarına göre azalttığı belirlenmiştir. Bu durumun az yağlı grupta toplam azot seviyelerindeki nisbi artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Laktoz değeri yönünden YAT ilavesinin her iki yağlılık seviyesinde de belirgin seviyede artırıcı yönde etkide bulunduğu, olgunlaşma sonunda ise laktoz seviyelerinin %40'a yakın azaldığı belirlenmiştir. Olgunlaşmayla birlikte laktozun laktik asit bakterileri tarafından laktik aside parçalanması sonucu asit miktarı artarken laktoz miktarının azalması beklenen bir durumdur.

Renk değerleri yönünden YAT ilavesinin L* değerini (parlaklık seviyesini) yarım yağlı peynir grubunda arttırdığı; az yağlı grupta ise azalttığı; olgunlaşma boyunca L* değerinin genel olarak azaldığı ve ürünün mat bir görünüme yaklaştığı; a* değerini her iki peynir grubunda da artırarak kırmızımsıdan yeşilimsiliğe yaklaştırdığı; olgunlaşma boyunca a* değerini genel olarak azalttığı ve ürünün kırmızı tona yakınlaştığı, b* değerini ise her iki peynir grubunda da artırıcı etkide bulunduğu; yani ürüne özgü sarı bir özellik kazandırdığı ve olgunlaşma boyunca b* değerinin genel olarak azaldığı belirlenmiştir.

Kaşar peynirlerinin tekstür değerleri incelendiğinde YAT ilavesinin kontrol gruplarına kıyasla sertlik değerlerini arttırdığı, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerlerini belirgin şekilde azalttığı, esneklik değerleri yönünden kontrol gruplarına yakın değerler elde edildiği saptanmıştır. Benzer şekilde YAT ilavesinin uzama direnci değerini belirgin şekilde arttırdığı, esneme kalitesi değerini azalttığı; buna paralel olarak da beklendiği şekilde Schreiber eriyebilirlik değerlerinin de YAT ilavesiyle belirgin derecede azaldığı tespit edilmiştir.

Yağ asidi bileşimi yönünden YAT ilavesinin kaşar peynirlerinde etkisi incelendiğinde bütün peynir örneklerinde en fazla bulunan yağ asidinin oleik, miristik ve stearik asitler olduğu, YAT ilavesinin toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi seviyelerini kontrol gruplarına kıyasla arttırdığı saptanmıştır (kaprilik asit-8/0- hariç). Yayık altı suyu ilave edilen peynirlerde serbest yağ asidi içeriğinin yüksek oluşunun yayık altı üretiminde

uygulanan sprey kurutma sürecindeki yüksek ısı ve basınç etkisiyle süt yağı globül membranı içeriğinin (SYGM) parçalanması sonucu olduğu düşünülmektedir. Bu durumun serbest yağ asitliği seviyesini yükselteceği bazı araştırmacılar tarafından da ortaya konmuştur (Morin vd., 2007).

Kaşar peynirlerinin amino asit bileşimleri incelendiğinde olgunlaşma süreci boyunca majör amino asitlerin glutamik asit (Glu), valin (Val), lösin (Leu), fenil alanin (Phe), lisin (Lys), prolin (Pro) ve aspartik asit (Asp) olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin serbest amino asit miktarları üzerinde yarım yağlı ve tam yağlı peynir gruplarında farklı etkiye bulunduğu saptanmıştır. Toplam serbest amino asit seviyelerinin 209,5 ile 302,9 g/kg arasında değiştiği; yayık altı tozu ilavesinin toplam serbest amino asit değerini yarım yağlı peynir grubunda düşürdüğü, KA 2,5 grubu hariç az yağlı grubunda yükselttiği belirlenmiştir. En yüksek serbest amino asit içeriği KA 7,5 örneğinde (302,9 g/kg), en düşük içerik ise KY 2,5 örneğinde (209,5 g/kg) tespit edilmiştir. Amino asit değerlerine bakıldığında ise bazı amino asitler olgunlaşmayla birlikte artış gösterirken bazılarında azalma saptanmıştır. Burada en dikkat çeken durum KA 2,5 örneklerinde kontrol grubuna kıyasla amino asit seviyelerinin methionin hariç olgunlaşmayla birlikte artmış olmasıdır. Amino asit bileşimi sonuçlarına göre yayık altı suyu içeriğindeki artışın bir çok amino asidin oranını arttırıcı yönde etkiye bulunurken yarım yağlı grupta baskın etkinin azalma yönünde olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmayla birlikte izolösin ve prolin miktarlarındaki değişim ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde az yağlı peynir gruplarında daha düşük duyusal puanlar ortaya çıkarken, yağlı gruplarda olgunlaşmaya bağlı gelişen aroma profili ile daha yüksek duyusal kabul edilebilirlik tespit edilmiştir. Yayık altı suyu tozu içeren kaşar peynirlerinin duyusal analiz parametreleri arasında çoğunlukla belirgin farklılıklar görülmemiştir. Hedonik değerlendirmede örnekler genel olarak “çok beğendim, >8.” skalasının üzerinde beğeni almıştır. Genel kabul edilebilirlik puanları yönünden örnekler istatistiki olarak aynı grupta yer alarak aynı derecede beğenilmiştir. Yalnızca az yağlı (KA) örneklerde beğeni çiğneme kalitesi ve sertlik özelliklerine göre diğerlerinden biraz daha düşük

belirlenmiştir. Panelistlere göre, tüm örnekler genel anlamda depolama boyunca çok değişmeyen duyusal özellikler göstermiştir.

Kaşar peynirlerinin duyusal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerlendirmesinde, aromatik tat değerleri olarak pişmiş süt tadı, peynir altı suyu tadı, kremi tat ve bütirik asit tadı belirgin tatlar olarak tanımlanmıştır. Temel tat değerleri açısından ekşilik, tuzluluk ve fermente tat belirgin tatlar olarak tespit edilmiştir. Peynirin olgunlaşması ile birlikte fermente tat ve tuzluluk daha net olarak ortaya çıkmıştır. Sertlik, yapışkanlık, kırılabilirlik, dağılma, sıkılık, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık temel tekstür profiline ait tanımlamaları oluşturmuştur. Kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında sertlik puanları yarım yağlı ve az yağlı grupta daha yüksek bulunurken, sakızimsılık değerleri ise daha düşük belirlenmiştir. Peynirlerde yayık altı tozu oranı arttıkça ve az yağlı grupta sıkılık, kırılabilirlik ve taneli yapı puanlarının arttığı saptanmıştır. Yapışkanlık yağ oranı azaldıkça azalmıştır. Yağ oranı azaldıkça ve yayık altı suyu tozu ilavesi arttıkça fermente tat ve asidik aroma algısı artmıştır. Tuzluluk daha belirgin hissedilmiştir. Depolama boyunca da sertlik artmıştır.

Tereyağı üretiminde kremanın yayıklanması ile açığa çıkan yayık altı suyu süt yağı globül membranı (SYGM) yönünden oldukça zengin bir yan ürün olup doğal fonksiyonel bileşen olarak pek çok gıda ürünüde kullanım potansiyeline sahiptir. Yayık altı suyu aynı zamanda terapötik gıda tasarımları için esansiyel amino asitler ve biyoaktif proteinlerin alternatif bir kaynağıdır. Peynir kalitesinin yayık altı suyu ilavesi ile iyileştirilmesi sadece beslenme özelliklerini geliştirmekle kalmamakta, aynı zamanda tekstür, viskozite, su tutma ve duyusal özellikleri de iyileştirmektedir (Govindasamy-Lucey vd., 2007; Kifah vd. 2014; Hickey vd., 2018). Bu avantajlı özelliklerinden dolayı yayık altı suyu özellikle az yağlı peynir üretiminde yaygın olarak kullanılabilir (Mistry, 2001; Romeih vd., 2012).

Çalışma sonucunda yayık altı tozu ilavesiyle üretilen kaşar peynirlerinin teknolojik, tekstürel, duyusal ve bileşim özellikleri dikkate alındığında beklenen hipotezlerin, erişilmesi hedeflenen amaçlara ulaştığı açıktır. Hatta bazı

parametreler yönünden yayık altı suyu ilave edilmiş kaşar peynirlerinin kontrol grubu peynirlerinden bile daha iyi sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Ancak yenilikçi ürün tasarımlarında proses koşullarının yayık altı suyu bileşenleri üzerine etkisinin ortaya çıkarılması için daha fazla çalışmaya gereksinim bulunmaktadır.

Ulusal ve uluslararası yayınlar incelendiğinde yayık altı suyunun peynir kalitesi üzerine etkisi hakkında fazla çalışmaya rastlanmamıştır. İleride yapılacak kapsamlı projelerin başlangıç aşamasını oluşturan çalışmamız, ülkemizde alanında yapılan ilk çalışmaları içermesi ve unlu ürünler, süt ürünleri, et ürünleri vb. gıda sektörünün farklı alanlarında yeni ürünlerin geliştirilmesine yönelik olması açısından da dikkat çekicidir. Çalışma sonucunda, daha sağlıklı beslenme ve nutrasötik içeriği yüksek ürün talebine yönelen tüketiciler için süt ve gıda sektöründe, fonksiyonel ürün yelpazesini genişletecek yenilikçi ve farklı ürünlerin sunulmasına olanak sağlanacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak yayık altı suyu, hücrel sinyalleri modüle etme, kolesterolü düşürme, kalp-damar hastalıkları riskini azaltma, anti-mikrobiyel, anti-oksidan etki, sosyal ve bilişsel aktivite ile yüksek kan basıncının normalizasyonu gibi pek çok sağlık faydalarıyla son yıllarda bilim dünyasının ilgisini çeken ve günümüzde sıfıra yakın maliyetine rağmen tam olarak değerlendirilemeyen önemli bir sütçülük yan ürünüdür. Bu ürün gıda sektörüne değer katacaktır.

KAYNAKLAR

- Adhikari, K., Heymann, H. and Huff, H. E. (2003). Textural characteristics of lowfat, fullfat and smoked cheeses: Sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference*, 14, 211-218.
- Affolter, M., Grass, L., Vanrobaeys, F., Casado, B. and Kussmanni M. (2010). Qualitative and quantitative profiling of the bovine milk fat globule membrane proteome. *Journal of Proteomics*, 73, 1079-1088.
- Agarwal, S., Powers, J. R., Swanson, B. G., Chen, S. and Clark, S. (2006). Cheese pH, protein concentration, and formation of calcium lactate crystals. *Journal of Dairy Science*, 89, 4144-4155.
- Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., ur Rahman, U., Soares, B. C., Souza, S. L. and Freitas, M. Q. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 88, 361-372.
- Ali, A. H. (2019). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, 72, 169-182.
- Alimentarius, C. (2003). Codex alimentarius. Guidelines on Nutrition Labeling (CAC/GL 2-1985 (rev 1-1993). Available at:([http://www. codexalimentarius. net/download/standards/34/cxg_002e. pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/34/cxg_002e.pdf)).
- Alvord, H. E. (2018). Utilization of by-Products of The Dairy. Free Text. USDA Yearbook of Agriculture, Bureau of Animal Industry. 509-528 p.
- Altan, A., Turhan, M., and Gunasekaran, S. (2005). Comparison of covered and uncovered Schreiber test for cheese meltability evaluation. *Journal of Dairy Science*, 88, 857-861.
- Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Tebliğ No: (2015)/6.
- Anonim (2008). ISO 11664–4:2008(E)/CIE S 014-4/E: Joint ISO/CIE Standard: Colorimetry-Part4: CIE 1976 L*a*b* Colour Space.
- Anonim (2017a). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ No: 29960 (Mükerrer).
- Anonim (2017b). Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ No: 2017/20.
- Anonim (2019). What Is Choline? An Essential Nutrient With Many Benefits. <https://www.healthline.com/nutrition/what-is-choline>. (Erişim tarihi:26.04.(2020).
- Anonim (2020a). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/tuik-sut-ve-sut-urunleri-uretim->

- istatistikleri-nisan-(2020)-2920/ (Erişim tarihi:01.05. (2021)
- Anonim (2020b). <http://www.pmfood.dk/upl/9735/WCMINFORMATION.pdf>. (Erişim tarihi:07.05.(2020).
- Anonim (2020c). <https://www.asuder.org.tr/sut-ve-sut-urunleri/peynir/peynirin-tarihi/>
- Anonim (2021). <https://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/11/texture-analysis-in-action-cheese.htmlcodex>
- Anonim(2022a). <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?>
- Anonim(2022b). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/tuik-sut-ve-sut-urunleri-uretim-istatistikleri-nisan-2022-3830/>
- Anvari, M., ve Joyner, H. S.(2019). Concentrated emulsions as novel fat replacers in reduced-fat and low-fat Cheddar cheeses. Part 2. Large amplitude oscillatory shear behavior. *International Dairy Journal*, 91, 137-146.
- AOAC (1996). AOAC Official Method 991.20. Nitrogen in Milk, Kjeldahl Method, AOAC International.
- AOAC (2000a). AOAC Official Method 920.124 Acidity of Cheese. AOAC International.
- AOAC (2000b). AOAC Official Method 926.08. Moisture in Cheese. AOAC International
- AOAC (2000c). AOAC Official Method 935.42 Ash of Cheese. AOAC International.
- AOAC (2005a). AOAC Official Method 933.05 Fat in cheese. AOAC International.
- AOAC (2005b). AOAC Official Method 930.28. Lactose in milk, AOAC International.
- AOAC (2012). AOAC Official Method 981.12. pH of acidified foods. AOAC International.
- AOAC (2018). AOAC Official Method 960.29. Salt in cheese. AOAC International.
- Augustin, M. A. and Versteeg, C. (2006). Milk fat: Physical, chemical and enzymatic modification. In *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids* (pp. 293-332). Springer, Boston, MA.
- Augustin, M. A., Bhail, S., Cheng, L. J., Shen, Z., Øiseth, S. and Sanguansri, L. (2015). Use of whole buttermilk for microencapsulation of omega-3 oils. *Journal of Functional Foods*, 19, 859-867.
- Auton, M., Bolen, D.W. and Rösigen, J. (2008). Structural thermodynamics of protein preferential solvation: Osmolyte salvation of proteins, aminoacids, and peptides. *Proteins*, 73, 802-813.
- Avci, H. R. and Ozcan, T. (2020). The characterisation of dairy waste buttermilk from different butter processing procedures. *Fresenius Environmental Bulletin*, 7, 5472-

5478.

- Aydemir, O. (2010). Kars kaşar peynirinin karakterizasyonu. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, s 47-49.
- Aydinol, P. and Ozcan, T. (2017). Yağı azaltılmış fermente süt ürünlerinin geliştirilmesinde fonksiyonel yaklaşımlar. Uluslararası Gıda Kongresi 4th International Food Congress, 28-29 Eylül, Bursa, s 37.
- Aydinol, P. and Ozcan, T. (2018). Production of reduced-fat Labneh cheese with inulin and β -glucan fibre-based fat replacer. International Journal of Dairy Technology, 71, 362-371.
- Bahrami, M., Ahmadi, D., Beigmohammadi, F. and Hosseini, F. (2015). Mixing sweet cream buttermilk with whole milk to produce cream cheese. Irish Journal of Agriculture and Food Research, 8, 73-78.
- Barbano, D. M., Ma, Y., and Santos, M. V. (2006). Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. Journal of Dairy Science, 89, 15-19.
- Baumgartner, S., Kelly, E. R., van der Made, S., Berendschot, T. T., Husche, C., Lütjohann, D. and Plat, J. (2013). The influence of consuming an egg or an egg-yolk buttermilk drink for 12 wk on serum lipids, inflammation, and liver function markers in human volunteers. Nutrition, 29, 1237-1244.
- Baysal, S. and Ozcan, T. (2020). Characterization and consumer liking of White cheeses from different milk fermentation: Correlation between sensory and instrumental analyses”, International Food Research Journal, 27, 1132-1140.
- Bernard, L., Bonnet, M., Delavaud, C., Delosi  re, M., Ferlay, A., Foug  re, H. and Graulet, B. (2018). Milk fat globule in ruminant: Major and minor compounds, nutritional regulation and differences among species. European Journal of Lipid Science and Technology, 102, 1-27.
- Bottesini C, Paoletta S, Lambertini F, Galaverna G, Tedeschi T, Dossena A, Marchelli R. and Sforza, S. (2013). Antioxidant capacity of water soluble extracts from Parmigiano-Reggiano cheese. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 64, 953-958.
- Britten, M. and Giroux, H. J. (2001). Acid-induced gelation of whey protein polymers: effects of pH and calcium concentration during polymerization. Food Hydrocolloids, 15, 609-617.
- Britten, M., Lamothe, S. and Robitaille, G. (2008). Effect of cream treatment on phospholipids and protein recovery in butter-making process. International Journal of Food Science and Technology, 43, 651-657.
- Broadbent, J. R., McMahon, D. J., Oberg, C. J. and Welker, D. L. (2001). Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese. International Dairy Journal, 11, 433-439.

- Cais-Sokolińska, D., Bierzuńska, P., Kaczyński, Ł. K., Baranowska, H. M. and Tomaszewska-Gras, J. (2018). Stability of texture, meltability and water mobility model of pizza-style cheeses from goat's milk. *Journal of Food Engineering*, 222, 226-236.
- Calvo, M. V., Martín-Hernández, M. C., García-Serrano, A., Castro-Gómez, M. P., Alonso-Miravalles, L., García-Martín, R. and Fontecha, J. (2020). Comprehensive characterization of neutral and polar lipids of buttermilk from different sources and its milk fat globule membrane isolates. *Journal of Food Composition and Analysis*, 86, 103-386.
- Cantor, M. D., van den Tempel, T., Hansen, T. K., and Ardo, Y. (2004). Blue cheese. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. pp. 175–198, Academic Press, London.
- Casella, I. G., and Contursi, M. (2003). Isocratic ion chromatographic determination of underivatized amino acids by electrochemical detection. *Analytica Chimica Acta*, 478, 179-189.
- Cavaletto, M., Giuffrida, M. G., and Conti, A. (2008). Milk fat globule membrane components—a proteomic approach. In *bioactive components of milk*. pp. 129-141. Springer, New York, NY.
- Cervato, R.C. and Cestaro, G. (1999). Studies on the antioxidant activity of milk caseins. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50, 291-296.
- Ceylan, O. and Ozcan, T. (2020). Effect of the cream cooling temperature and acidification method on the crystallization and textural properties of butter. *LWT-Food Science and Technology*, 132, 109-806.
- Chandan, R., and Kapoor, R. (2011). *Dairy ingredients for food processing*. pp. 349-354, Wiley-Blackwell, Oxford, U.K.
- Chavan, R. S., Khedkar, C. D., and Bhatt, S. (2016). Fat replacer. In *The encyclopedia of food and health*. Eds.: Caballero, B., Finglas, P., Toldrá, F. Vol. 2, pp. 589–595, Oxford: Academic Press.
- Chen, S. X., Wang, J. Z., Van Kessel, J. S., Ren, F. Z. and Zeng, S. S. (2010). Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *Journal of Dairy Science*, 93, 1345-1354.
- Cheng, L. H., Lim, B. L., Chow, K. H., Chong, S. M. and Chang, Y. C. (2008). Using fish gelatin and pectin to make a low-fat spread. *Food hydrocolloids*, 22, 1637-1640.
- Childs, J. L. and Drake, M. (2009). Consumer perception of fat reduction in cheese. *Journal of Sensory Studies*, 24, 902-921.
- Cho, J. K., Azuma, N., Lee, C. H., Yu, J. H. and Kanno, C. (2000). Purification of membrane-bound lactoferrin from the human milk fat globule membrane. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 64, 633-635.

- Chow, C. K. (2000). Fatty acids in food and their health implication 2nd edition revised and expanded. New York. Basel, Marcel Dekker, INC, 1045p.
- Cichosz, G., Cieczot, H., Ambroziak, A. and Bielecka, M. M. (2017). Natural antioxidants in milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 70, 165-178.
- Contarini, G. and Povolio, M. (2013). Phospholipids in milk fat: Composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 2808-2831.
- Conway, V., Gauthier, S. F. and Pouliot, Y. (2010). Effect of cream pasteurization, microfiltration and enzymatic proteolysis on in vitro cholesterol-lowering activity of buttermilk solids. *Dairy science and technology*, 90, 449-460.
- Conway, V., Couture, P. Gauthier, S.F. Pouliot, Y. and Lamarche, B. (2013). Impact of buttermilk consumption on plasma lipids and surrogate markers of cholesterol homeostasis in men and women. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23, 1255-1262.
- Conway, V., Couture, P., Gauthier, S. and Pouliot, Y. (2014a). Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids. *Journal of Animal Frontiers*, 4, 44-51.
- Conway, V., Couture, P., Gauthier, S., Pouliot, Y., and Lamarche, B. (2014b). Effect of buttermilk consumption on blood pressure in moderately hypercholesterolemic men and women. *Nutrition*, 30, 116-119.
- Corredig, M., Roesch, R. R. and Dalgleish, D. G. (2003). Production of a novel ingredient from buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 86, 2744-2750.
- Curioni, P. M. G. and Bosset, J. O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12, 959-984.
- Çelik, O. F., Kurt, S., Tüfenk, B. and Tarakçı, Z. (2018). Efficacy of starter culture application using immersion technique on the characteristics of cooked-curd cheeses: Kashar cheese sample. *LWT-Food Science and Technology*, 96, 222-227.
- Çetinkaya, A. (2005). *Yöresel peynirlerimiz*. 1. Baskı, Academic Book Production, Kars. No: 70.
- Dagostin, J. L. A., Carpine, D. and Masson, M. L. (2013). Influence of acidification method on composition, texture, psychrotrophs, and lactic acid bacteria in Minas Frescal cheese. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 3017-3028.
- Dai, S., Jiang, F., Corke, H. and Shah, N. P. (2018). Physicochemical and textural properties of mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. *Food Research International*, 107, 691-699.
- Daniels, M. J., Wang, Y., Lee, M. and Venkitaraman, A. R. (2004). Abnormal cytokinesis in cells deficient in the breast cancer susceptibility protein BRCA2. *Science*, 306, 876-879.

- Danthine S. (2000). Évolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait : Synthèse bibliographique. Lait, 80, 209-222.
- Dees, A.L. (2002). Effect of various ingredients on a model process cheese system. M.S. Thesis, North Carolina State University, M.C. Faculty of Food Science, USA.
- Delikanli B. and Ozcan T., (2014). Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 67, 495-503.
- Demir, M.K, Elgün, A. ve Argun, M.Ş., (2009). Sütçülük yan ürünlerinden peyniraltı, yayık altı ve süzme yoğurt suları katkılarının bazı ekmek özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, Gıda 34, 99-106.
- Demiray-Teymuroğlu, M. ve Özcan, T. (2022). Fonksiyonel fermente yayıkaltı suyu üretimi. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi].
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T. T., Messens, K.. and Van Camp, (2008). Nutritional and technological aspects of milk fat globule membran. International Dairy Journal, 18, 436-457.
- Doğru, A. K. and Ayaz, N. D. (2009). Levels of vitamin B₁₂ and folic acid in different cheese types. Veterinary Journal of Ankara University (Türkiye).
- Drake, M. A., Mcingvale, S. C., Gerard, P. D., Cadwallader, K. R., and Civille, G.V. (2001). Development of a descriptive language for Cheddar cheese. Journal of Food Science, 66, 1422-1427.
- EFSA (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. URL <http://www.efsa.europa.eu/en/efsa.journal/pub/1461.htm>. Accessed 25/09/ 2020.
- El-Shazly, H. A., Awad, R. A., Essawy, E. A., Kamal, T. M. and Salama, W. M. (2010). Protein substitution to produce a processed cheese with high branched-chain amino acids of medical and genetic importance. Egyptian Journal of Medical Human Genetics, 11, 121-133.
- Ersoy, M. and Uysal, H. (2003). Süttozu, peynir altı suyu tozu ve yayık altı karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri üzerine bir araştırma II. Bazı fiziksel ve duyuşal özellikler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40, 79-86.
- FAO, (2020). FAO Nutritional Studies, 15. Sayı, Dijital Ortama Aktarılmış: 16.07.(2018), FAO Nutritional Studies, Food and Agriculture Organization of the United Nations 8. sayı;61. sayı/Monograph series.
- Fauquant, C., Briard-Bion, V., Leconte, N., Guichardant, M. and Michalski, M. C. (2007). Membrane phospholipids and sterols in microfiltered milk fat globules. European Journal of Lipid Science and Technology, 109, 1167-1173.

- Feeney, E. L., Lamichhane, P. and Sheehan, J. J. (2021). The cheese matrix: Understanding the impact of cheese structure on aspects of cardiovascular health–A food science and a human nutrition perspective. *International Journal of Dairy Technology*, 74, 656-670.
- Fenelon, M. A. and Guinee, T. P. (1999). The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*, 82, 2287-2299.
- Fenelon, M.A. and Guinee, T. P. (2000). Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *International Dairy Journal*, 151-158.
- Fenelon, M. A., O’connor, P., and Guinee, T. P. (2000). The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 83, 2173-2183.
- Ferrão, A. C., Guiné, R. P. and Correia, P. M. (2019). Study of consumer acceptance about the possible commercialization of a cheese with berries. *Current Nutrition and Food Science*, 15, 185-195.
- Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226-497.
- Fong, B. Y., Norris, C. S., and Macgibbon A. K. H (2007). Protein and lipid composition of bovine milk fat-globule membrane. *International Dairy Journal*, 17, 275-88.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., and McSweeney, P. L. (2017). Factors that affect cheese quality. *In* *Fundamentals of cheese science*. pp. 533-542. Springer, Boston.
- Fox, P.F. and A.L. Kelly. (2004). Milk proteins: Technological aspects. *International Dairy Symposium*. 2004, 24- 25 Mayıs; Isparta. 17-36 p.
- Fuller, K. L., Kuhlenschmidt, T. B., Kuhlenschmidt, M. S., Jiménez-Flores, R., and Donovan, S. M. (2013). Milk fat globule membrane isolated from buttermilk or whey cream and their lipid components inhibit infectivity of rotavirus in vitro. *Journal of Dairy Science*, 96, 3488-3497.
- Gassi, J. Y., Famelart, M. H., and Lopez, C. (2008). Heat treatment of cream affects the physicochemical properties of sweet buttermilk. *Dairy Science and Technology*, 88, 369-385.
- Gebreselassie, N., Abrahamsen, R. K., Beyene, F., Abay, F. and Narvhus, J. A. (2016). Chemical composition of naturally fermented buttermilk. *International Journal of Dairy Technology*, 69, 200-208.
- Gille, D. (2011). The health aspects of buttermilk components. A review. *ALP Science*, 540, 1-22.

- Gokhale, A.J., Pandya, A.J. and Upadhyay, K.G. (1999). Effect of substitution of water with sweet cream buttermilk on quality of processed cheese spread. *Indian Journal of Dairy Science*, 52, 256-261.
- Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., Wang, T. and Lucey, J. A. (2007). Use of cold microfiltration retentates produced with polymeric membranes for standardization of milks for manufacture of pizza cheese. *Journal of Dairy Science*, 90, 4552-4568.
- Govindasamy-Lucey, S., Lin, T., Jaeggi, J. J., Johnsoni M.E. and Lucey, J.A. (2006). Influence of condensed sweet cream buttermilk on the manufacture, yield, and functionality of pizza cheese. *Journal of Dairy Science*, 89, 454-467.
- Guinee, T. P. and Fox, P. F. (2004). Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects. *In Cheese: chemistry, physics and microbiology*, Eds.: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. 3rd Ed. Volume 1, General Aspects. London: Elsevier. pp: 207-259.
- Gunasekaran, S. and Ak, M. M. (2002). *Cheese rheology and texture*. CRC Pres, USA, 437p.
- Gutiérrez-Méndez, N., Troncoso-Reyes, N. and Leal-Ramos, M. Y. (2013). Texture profile analysis of fresh cheese and Chihuahua cheese using miniature cheese models. *Tecnociencia Chihuahua*, 7, 65-74.
- Harrison, R. (2004). Physiological roles of xanthine oxidoreductase. *Drug metabolism reviews*, 36, 363-375.
- Hayaloglu, A. A. (2009). Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1388-1394.
- Hayaloğlu, A. ve Özer, B. (2011). *Peynir Biliminin Temelleri*. Sidas Medya, İzmir, Türkiye, 643 s.
- Hayaloğlu, A. A. (2009a). Türkiye'nin peynirleri-Genel bir perspektif. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Hayaloğlu, A. A., Güven M. and Fox, P. F. (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*, 12, 635-648.
- Heid, H. W., Moll, R., Schwetlick, I., Rackwitz, H. R. and Keenan, T. W. (1998). Adipophilin is a specific marker of lipid accumulation in diverse cell types and diseases. *Cell and Tissue Research*, 294, 309-321.
- Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A. and Woodward, C. (2000a). Rapid, accurate, sensitive, and reproducible HPLC analysis of amino acids. Amino acid analysis using Zorbax Eclipse-AAA columns and the Agilent, 1100, 1-10.
- Henderson, J. W., Ricker, R.D., Bidlingmeyer, B.A. and Woodward, C. (2000b). *Agilent App. Note*, 5980-1193.

- Hickey, C. D., Diehl, B. W. K., Nuzzo, M., Millqvist-Feurby, A., Wilkinson, M. G., and Sheehan, J. J. (2017). Influence of buttermilk powder or buttermilk addition on phospholipid content, chemical and bio-chemical composition and bacterial viability in Cheddar style-cheese. *Food Research International*, 102, 748-758.
- Hickey, C. D., O'Sullivan, M. G., Davis, J., Scholz, D., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G., and Sheehan, J. J. (2018). The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. *Food Research International*, 103, 468-477.
- Hogenboom, J. A., D'Incecco, P., Fuselli, F. and Pellegrino, L. (2017). Ion-exchange chromatographic method for the determination of the free amino acid composition of cheese and other dairy products: An inter-laboratory validation study. *Food Analytical Methods*, 10, 3137-3148.
- Horne, D. S. (2006). Casein micelle structure: Models and muddles. *Current opinion in colloid and Interface Science*, 11, 148-153.
- Işık, S. , Bozkurt, F. , Guner, S. , Işık, S. and Topalcengiz, Z. (2020). Microbiological, physicochemical, textural and volatile characteristics of traditional kashar cheese produced in Muş . *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* , 24, 409-419
- Jiang, Y., Noh, S. K. and Koo, S. I. (2001). Egg phosphatidylcholine decreases the lymphatic absorption of cholesterol in rats. *The Journal of Nutrition*, 131, 2358-2363.
- Jiménez-Flores, R. and Brisson, G. (2008). The milk fat globule membrane as an ingredient: Why, how, when? *Dairy Science and Technology*, 88, 5-18.
- Johnson, M.E., Kapoor, R., McMahon, D.J., McCoy, D.R., Narasimmon, R.G. (2009). Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: Scientific and technological aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 252-268.
- Joshi, N. S., Thakar, P. N. and Jana, A. H. (1994). Utilization of buttermilk in cheesemaking - A review. *Indian Food Packer*, March-April, 59-65.
- Junior, F. M. V., Martins, C. F., Feijó, G. L. D., Teixeira, A., Leonardo, A. P., de Almeida Ricardo, H. and Reis, F. A. (2019). Evaluation of genotype on fatty acid profile and sensory of meat of indigenous Pantaneiro sheep and Texel or Santa Inês crossbred finished on feedlot. *Small Ruminant Research*, 173, 17-22.
- Kanwar, J. R., Kanwar, R. K., Sun, X., Punj, V., Matta, H., Morley, S. M., and Sehgal, R. (2009). Molecular and biotechnological advances in milk proteins in relation to human health. *Current Protein and Peptide Science*, 10, 308-338.
- Kamber, U. and Şireli, T. U. (2007). Some chemical and microbiological quality of Surke. *Gıda Dergisi*, 32, 123-127.
- Kamber, U. (2008). Traditional cheeses of Turkey: Cheeses common to all regions. *Food Reviews International*, 24, 1-38.

- Karakaya, S.N., El, A. A. and Taş, S. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 501-508.
- Karimi, R., Azizi, M. H., Ghasemlou, M. and Vaziri, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic: fat replacer and texturizer: a review. *Carbohydrate Polymer*, 119, 85-100.
- Keenan, T. W. and Mather, I. H. (2006). Intracellular origin of milk fat globules and the nature of the milk fat globule membrane. In *Advanced Dairy Chemistry*, 2, 137-171.
- Keenan, T. W., Morré, D. J., Olson, D. E., Yunghans, W. N. and Patton, S. (1970). Biochemical and morphological comparison of plasma membrane and milk fat globule membrane from bovine mammary gland. *The Journal of Cell Biology*, 44, 80-93.
- Keser, G. and Ozcan, T. (2020). Determining product development and consumer strategies with food texture - aroma interactions, *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6, 29-54.
- Khalifa, F. (2017). Prebiotics as Fat Replacers.. *International Journal of Advanced Research*. 5, 1466-1473.
- Kindstedt, S., Hillier A. J. and Mayes, J. J. (2010). Technology, biochemistry and functionality of Pasta filata/Pizza cheese. Eds., Law, B. and Tamime, A. *Technology of cheesemaking*. pp. 330-359, Malden, MA, Blackwell.
- Kifah, S. D., Layla, A. A. and Baha, N. A. (2014). Utilization of concentrated buttermilk in functional processed cheese manufacturing and studying some of its physicochemical properties. *Pakistan Journal of Nutrition*, 13, 33.
- Ko, S. and Gunasekaram, S. (2008). Analysis of cheese melt profile using inverse-Hill function. *Journal of Food Engineering*, 87, 266-273
- Koca, N., (2002). Bazı yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İZMİR.
- Koca,N. and Metin, M. (2004). Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14, 365-373.
- Kolczak, T. and Kupiec, B. E. (2004). Analiza sensoryczna w opracowaniu nowych produktów spożywczych. *Przemysł Spożywczy*, 58, 32-33.
- Kosikowski, F., ve Mistry, V. V. (1977). Cheese and fermented milk foods.586. Edwards Bros.
- Kuchroo, C. N. and Fox, P. F. (1982). Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft. Milk science international*. ISSN: 0026-3788.

- Kumar, R., Kaur, M., Garsa, A. K., Shrivastava, B., Reddy, V. P. and Tyagi, A. (2015). Natural and cultured buttermilk. *Fermented Milk and Dairy Products*, 203-225.
- Küçük, H. (2013). Süt endüstrisinde atık ürünlerin değerlendirilmesi ve önemi, IV. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 17 Mayıs, Karacabey-Bursa, 68-73.
- Küllenberg, D., Taylor, L. A., Schneider, M. and Massing, U. (2012). Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in Health and Disease*, 11, 1-16.
- Kvistgaard, A. S., Pallesen, L. T., Arias, C. F., Lopez, S., Petersen, T. E., Heegaard, C. W. and Rasmussen, J. T. (2004). Inhibitory effects of human and bovine milk constituents on rotavirus infections. *Journal of Dairy Science*, 87, 4088-4096.
- Kwak, H. S., Ganesan, P., and Hong, Y. H. (2011). Nutritional Benefits in Cheese. *In Cheese: Types, Nutrition and Consumption*. pp: 267-288, Nova Science Publishers, New York, USA.
- Lawless, H. T. and Heymann, H. (2010). Descriptive analysis. *In Sensory evaluation of food*. pp. 227-257. Springer, New York, NY.
- Lawlor, J., Delahunty, C., Wilkinson, M. and Sheehan, J. (2001). Relationships between the sensory characteristics, neutral volatile composition and gross composition of ten cheese varieties. *Le lait, Dairy Science and Technology*. 81, 487-507.
- Lindemann, B. (2001). Receptors and transduction in taste. *Nature*, 413, 219-225.
- Liutkevičius, A., Speičienė, V., Alenčikienė, G., Miežilienė, A., Narkevičius, R., Kaminskas, A. and Sekmokienė, D. (2016). Fermented buttermilk-based beverage: Impact on young volunteers' health parameters. *Czech Journal of Food Sciences*, 34, 143-148.
- Lobato-Calleros, C., Rodríguez, E., Sandoval-Castilla, O., E.J. Vernon-Carter, E.J. and Alvarez-Ramirez, J. (2006). Reduced-fat white fresh cheese-like products obtained from W1/O/W2 multiple emulsions: viscoelastic and high-resolution image analyses. *Food Research International*, 39, 678-685.
- Lock, A. L. and Bauman D. E. (2003). Dairy products and milk fatty acids as functional food components. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference*, 159-173.
- Lopez, C., Madec, M. N. and Jimenez-Flores, R. (2010). Lipid rafts in the bovine milk fat globule membrane revealed by the lateral segregation of phospholipids and heterogeneous distribution of glycoproteins. *Food Chemistry*, 120, 22-33.
- Lucey, J. A., Johnson, M. E. and Horne, D. S. (2003). Invited review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725-2743.
- Madenci, A. B., Aktaş, K. ve Türker, S. (2013). Yayıktaltının sağılıklı beslenme açıısından önemi ve fırıncılık ürünlerinde kullanımı, Uluslararası 2. Helal ve Sağılıklı Gıda Kongresi, 7-10 Kasım, Konya, 656-657.
- Mansson, H. L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food and Nutrition Research*.

52, 1-3.

- Martin, H. M., Hancock, J. T., Salisbury, V., and Harrison, R. (2004). Role of xanthine oxidoreductase as an antimicrobial agent. *Infection and immunity*, 72, 4933-4939.
- Martinovic, A., Moe, K. M., Romeih, E., Aideh, B., Vogensen, F. K., Østlie, H., and Skeie, S. (2013). Growth of adjunct *Lactobacillus casei* in Cheddar cheese differing in milk fat globule membrane components. *International Dairy Journal*, 31, 70-82.
- Mather, I. H. (2000). A review and proposed nomenclature for major proteins of the milk-fat globule membrane. *Journal of Dairy Science*, 83, 203-247.
- Mc Crae, C.H. (1999). Heat stability of milk emulsions: Phospholipid–protein interactions. *International Dairy Journal*, 9, 6227-6231.
- McSweeney, P. L. H. and Sousa M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A review, *Lait*, 80,293-324.
- Metin, M. (2001). Sütün bileşimi ve işlenmesi. *Süt Teknolojisi*, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Metzger, L. E., Barbano, D. M., Rudan, M. A., Kindstedt, P. S. and Guo, M. R. (2000). Whiteness change during heating and cooling of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 83, 1-10.
- Mills, S., Ross, R. P., Hill, C., Fitzgerald, G. F. and Stanton, C. (2011). Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. *International Dairy Journal*, 21, 377-401.
- Miočinović, J., Puđa, P., Radulović, Z., Pavlović, V., Miloradović, Z., Radovanović, M. and Paunović, D. (2011). Development of low fat UF cheese technology. *Mljekarstvo*, 61, 33.
- Mistry, V. V., Metzger, L. E. and Maubois, J. L. (1996). Use of ultrafiltered sweet buttermilk in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 79, 1137-1145.
- Mistry, V.V. (2001). Low fat cheese technology. *International Dairy Journal*, 11, 413-422.
- Mohamed, A. G. (2015). Low-fat cheese: A modern demand. *International Journal of Dairy Science*, 10, 249-265.
- Morin, P., Pouliot, Y. and Jimenez-Flores, R. (2006). A comparative study of the fractionation of regular buttermilk and whey buttermilk by microfiltration. *Journal of Food Engineering*, 77, 521-528.
- Morin, P., Jimenez-Flores, R. and Pouliot, Y. (2007). Effect of processing on the composition and microstructure of buttermilk and its milk fat globule membranes, *International Dairy Journal*, 17, 1179-1187.
- Morin, P., Pouliot, Y. and Britten, M. (2008). Effect of buttermilk made from creams with different heat treatment histories on properties of rennet gels and model

- cheeses. *Journal of Dairy Science*, 91, 871-882.
- Moss, M., and Freed, D. (2003). The cow and the coronary: epidemiology, biochemistry and immunology. *International Journal of Cardiology*, 87, 203-216.
- Mudgil, D., Barak, S., and Darji, P. (2016). Development and characterization of functional cultured buttermilk utilizing Aloe vera juice. *Food Bioscience*, 15, 105-109.
- Nagai, K. (2012). Bovine milk phospholipid fraction protects Neuro2a cells from endoplasmic reticulum stress via PKC activation and autophagy. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 114, 466-471.
- Ochonicky, K., Donovan, S., Kuhlenschmidt, T. and Kuhlenschmidt, M. (2005). Inhibitory effects of human and porcine milk oligosaccharides on sialic acid dependent and sialic acid independent strains of rotavirus. *Journal of Dairy Science*, 88, 365-366.
- Ohlsson, L., Burling, H. and Nilsson, Å. (2009). Long term effects on human plasma lipoproteins of a formulation enriched in butter milk polar lipid. *Lipids in Health and Disease*, 8, 1-12.
- Ohlsson, L., Burling, H., Duan, R. D. and Nilsson, Å. (2010). Effects of a sphingolipid-enriched dairy formulation on postprandial lipid concentrations. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, 1344-1349.
- Okumuş, M. (2019). Kaşar peynirinin fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine manda sütü kullanımının etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İZMİR.
- Owusu-Apenten (2005). *Introduction to Food Chemistry*, CRC Press, Florida, USA, 249 p.
- Ozcan, T. and Demiray-Teymuroglu, M. (2020). Bioactive components of milk fat globule membrane and technological applications, *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6, 10-28.
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayazit, A., and Aydinol, P. (2018). Low-fat foods: Functionality of fat replacers, *International Congress on Engineering and Life Sciences*, 26-29 April, Kastamonu, Turkey, 964-966.
- Özcan, T. ve Harputlugil, B. T. (2021). Süt endüstrisi atıklarının çevresel etkileri ve biyoteknolojik olarak değerlendirilmesi. *B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35, 415-437.
- Özdemir, T and Özcan, T. (2019). Süt ürünlerinin mikro yapısının oluşumunda süt proteinlerinin önemi. *B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33, 355-374.
- Pal, S., and Ellis, V. (2009). The chronic effects of whey proteins on blood pressure, vascular function, and inflammatory markers in overweight individuals. *Obesity*, 18, 1354-1359.

- Papetti, P. and Carelli, A. (2013). Composition and sensory analysis for quality evaluation of a typical Italian cheese: Influence of ripening period. *Czech Journal of Food Science*, 31, 438-444.
- Pappa, C. E., Kandarakis, I. and Mallatou, H. (2007). Effect of different types of milks and cultures on the rheological characteristics of Teleme cheese. *Journal of Food Engineering*, 79, 143-149.
- Paquet, J., Lacroix, C. and Thibault, J. (2000). Modeling of pH and acidity for industrial cheese production. *Journal of Dairy Science*, 83, 2393-2409.
- Park, Y. W. (2009). *Bioactive components in milk and dairy products*. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 426p.
- Pastorino, A. J., Dave, R. I., Oberg, C. J. and McMahon, D. J. (2002). Temperature effect on structure-opacity relationship of nonfat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 85, 2106-2123.
- Pastorino, A. J., Hansen, C. L. and McMahon, D. J. (2003). Effect of pH on the chemical composition and structure-function relationships of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2751-2760.
- Paszczyk, B. and Łuczyńska, J. (2020). The comparison of fatty acid composition and lipid quality indices in hard cow, sheep, and goat cheeses. *Foods*, 9, 1667.
- Patel, A. R., Nicholson, R. A. and Marangoni, A. G. (2020). Applications of fat mimetics for the replacement of saturated and hydrogenated fat in food products. *Current Opinion in Food Science*, 33, 61-68.
- Patel, A.A. and Gupta, V.K. (2008). *Technological advances in the utilization of dairy by-products*. National Dairy Research Institute. Karnal, India.
- Paxson, H. (2012). *The life of cheese: Crafting food and value in America*. University of California Press. 332p.
- Pedersen, H. and Nielsen, J. (2000). The influence of nitrogen sources on the α -amylase productivity of *Aspergillus oryzae* in continuous cultures. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53, 278-281.
- Phelan, M., Aherne, A., FitzGerald, R. J. and O'Brien, N. M. (2009). Casein-derived bioactive peptides: Biological effects, industrial uses, safety aspects and regulatory status. *International Dairy Journal*, 19, 643-654.
- Poduval, V. S. and Mistry, V. V. (1999). Manufacture of reduced fat mozzarella cheese using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. *International Dairy Journal*, 82, 1-9.
- Praagmana, J., Vissers, L. E., Mulligan, A. A., Laursen, A. S. D., Beulens, J. W., van der Schouw, Y. T. and Sluijs, I. (2019). Consumption of individual saturated fatty acids and the risk of myocardial infarction in a UK and a Danish cohort. *International Journal of Cardiology*, 279, 18-26.

- Pupovac, J., and Anderson, G. H. (2002). Dietary peptides induce satiety via cholecystokinin-A and peripheral opioid receptors in rats. *The journal of nutrition*, 132, 2775-2780.
- Ramírez-Rivera, E. de J., Ramon-Canul, L. G., Díaz-Rivera, P., Juárez-Barrientos, J. M., Herman-Lara, E., Prinyawiwatkul, W. and Herrera-Corredor, J. A. (2017). Sensory profiles of artisan goat cheeses as influenced by the cultural context and the type of panel. *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 1789-1800.
- Qian, M. and Reinneccius, G. (2002). Identification of aroma compounds in ParmigianoReggiano Cheese by gas chromatography/olfactometry. *Journal of Dairy Science*, 85, 1362-1369.
- Raikos, V., Campbell, L. and Euston, S. R. (2007). Rheology and texture of hen's egg protein heat-set gels as affected by pH and the addition of sugar and/or salt. *Food Hydrocolloids*, 21, 237-244.
- Raval, D. M. and Mistry, V. V. (1999). Application of ultrafiltered sweet buttermilk in the manufacture of reduced fat process cheese. *Journal of Dairy Science*, 82, 2334-2343.
- Reis, M.G., Roy, N.C, Bermingham, E.N., Ryan, L., Bibiloni, R., Young, W. ,Krause, L., Berger, B., North, M., Stelwagen, K. and Reis, M.M. (2013). Impact of dietary dairy polar lipids on lipid metabolism of mice fed a high-fat diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 2729–2738.
- Rival, S. G., Boeriu, C. G. and Wichers, H. J. (2001). Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 49, 295-302.
- Rombaut R., Van Camp J. and Dewettinck K. (2006). Phospho and sphingolipid distribution during processing of milk, butter and whey. *International Journal of Food Science Technology*, 41, 435- 444.
- Romeih, E.A.; Moe, K.M. and Skeie, S. (2012). The influence of fat globule membrane material on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 26, 66-72.
- Romeih, E. A., Abdel-Hamid, M., andAwad, A. A. (2014). The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt. *Dairy Science andTechnology*, 94, 297-309.
- Saffon, M. (2013). Development of a new dairy ingredient for the utilization of buttermilk constituents. University of Laval, Quebec, Canada.
- Sahan, N., Yasar, K., Hayaloglu, A. A., Karaca, O. B. and Kaya, A. (2008). Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. *Journal of Dairy Research*, 75, 1-7.
- Sakkas, L., Alatini, E. and Moatsou, G. (2021). Use of sweet sheep buttermilk in the

- manufacture of reduced-fat sheep milk cheese. *International Dairy Journal*, 120, 105079.
- Sakkas, L., Evageliou, V., Igoumenidis, P. E. and Moatsou, G. (2022). Properties of Sweet Buttermilk Released from the Churning of Cream Separated from Sheep or Cow Milk or Sheep Cheese Whey: Effect of Heat Treatment and Storage of Cream. *Foods*, 11, 465.
- Salaün, F., Gassi, J.Y., Camier, B., Le Graët, Y., Mietton B., Gaucheron, F. (2004). Mineralisation evolution and buffering capacity in a soft cheese curd during cheesemaking. *IDF Symposium on cheese*, Prague, Czech Republic.
- Salih, Z. A., Sulieman, A. M. E., Elkhaila, E. A. and Ali, A. O. (2013). Free amino acids and fatty acids composition of the jibna–beida collected from some sudanese markets. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 3, 95-100.
- Salles, C., Chagnon, M.C., Feron, G., Guichard, E., Laboure, H., Morzel, M., Semon, E., Tarrega, A. and Yven, C. (2011). In-mouth mechanisms leading to flavor release and perception. *Critical Reviews Food Science and Nutrition*, 51, 67-90.
- Salvatore, E., Pes, M., Mazzarello, V., and Pirisi, A. (2014). Replacement of fat with long-chain inulin in a fresh cheese made from caprine milk. *International Dairy Journal*, 34, 1–5.
- Sameen, A., Anjum, F. M., Huma, N. and Nawaz, H. (2010). Chemical composition and sensory evaluation of mozzarella cheese: Influence by milk sources, fat levels, starter cultures and ripening period. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 47, 26-31.
- San Gabriel, A. and Uneyama, H. (2013). Amino acid sensing in the gastrointestinal tract. *Amino acids*, 45, 451-461.
- Santiago-Lopez L, Aguilar-Toala J. E., Hernandez-Mendoza A., VallejoCordoba, B., Liceaga, A. M. and Gonzalez-Cordova, A. F. (2018). Invited review: Bioactive compounds produced during cheese ripening and health effects associated with aged cheese consumption. *Journal of Dairy Science*, 101, 3742-3757.
- Schädle, C. N., Eisner, P. and Bader-Mittermaier, S. (2020). The combined effects of different fat replacers and rennet casein on the properties of reduced-fat processed cheese. *Journal of Dairy Science*, 103, 3980-3993.
- Schmidt, D. G. (1980). Colloidal aspects of casein. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 34, 42-64.
- Sert, D., Ayar, A. and Akin, N. (2007). The effects of starter culture on chemical composition, microbiological and sensory characteristics of Turkish Kaşar cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 9, 245–252.
- Sharma, H. K., Singhal, R. S. and Kulkarni, P. R. (1998). Characteristics of fried paneer prepared from mixtures of buffalo milk, skimmed milk, soy milk and buttermilk.

International Journal of Dairy Technology, 51, 105-107.

- Shodjaodini, E. S., Mortazavi, A. and Shahidi, F. (2000). Study of Cottage cheese production from sweet buttermilk. *Agricultural Sciences and Technology*, 14(2), 61-70.
- Shrestha, S. R., Pradhananga, M. and Das, S. K. L. (2015). Utilization of Milk By-Product (Buttermilk) in the Preparation of Chhurpi and its Quality Evaluation. *Sunsari Technical College Journal*, 2, 1-6.
- Singh, T. K., Drake, M. A. and Cadwallader, K. R. (2003). Flavour of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 166-189.
- Singh, H. (2006). The milk fat globule membrane. A biophysical system for food applications. *Current opinion in colloid and interface science*, 11, 154-163.
- Skeie, S. (2010). Milk quality requirements for cheesemaking. In *Improving the safety and quality of milk*. 433-453, Woodhead Publishing.
- Snow, D. R., Ward, R. E., Olsen, A., Jimenez-Flores, R. and Hintze, K. J. (2011). Membrane-rich milk fat diet provides protection against gastrointestinal leakiness in mice treated with lipopolysaccharide. *Journal of Dairy Science*, 94, 2201-2212.
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A. and Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89, 525– 536.
- Sołowiej, B., Mleko, S., Gustaw, W. and Udeh, K.O. (2010). Effect of whey protein concentrates on texture, meltability and microstructure of acid casein processed cheese analogs. *Milchwissenschaft*, 65, 299-302.
- Sousa, M. I., Arado, Y., McSweeney, P. L. H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy journal*, 11, 327-345.
- Spitsberg, V.L. (2005). Invited Review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *Journal of Dairy Science*, 88, 2289-2294.
- Stone, H. and Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices*, 5th edition. Academic Press Inc., Tragon Corporation, Redwood City, 408 p.
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I and Mituniewicz-Malek, A. (2020). Buttermilk ice cream. New method for buttermilk utilization. *Food Science and Nutrition*, 8, 1461-1470.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology*, Woodhead Publishing, UK. 791p.
- Tanaka, K., Hosozawa, M., Kudo, N., Yoshikawa, N., Hisata, K., Shoji, H. and Shimizu, T. (2013). The pilot study: sphingomyelin-fortified milk has a positive association with the neurobehavioural development of very low birth weight infants during infancy, randomized control trial. *Brain and Development*, 35, 45-52.

- Terta, M., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A. (2006). Retention of selected aroma compounds by polysaccharide solutions, a thermodynamic and kinetic approach. *Food Hydrocolloids*, 20, 863-871.
- Thierry, A., Collins, Y. F., Mukdsi, M. A., McSweeney, P. L., Wilkinson, M. G. and Spinnler, H. E. (2017). Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese. In *Cheese*. pp. 423-444. Academic Press.
- Toelstede, S., Dunkel, A. and Hofmann, T. (2009). A series of kokumi peptides impart the long-lasting mouthfulness of matured Gouda cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1440-1448.
- Trachoo N. and Mistry V. V. (1998). Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. *Journal of Dairy Science*, 81, 3163-3171.
- Turcot, S., Turgeon, S. L. and St. Gelais, D. (2001). Effet de la concentration en phospholipides de babeurre dans le lait de fromagerie sur la production et la composition de fromages allégés de type Cheddar. *Le lait*, 81, 429-442.
- USDA (2015). Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. Advisory Report to the Secretary of Health and Human Services and the Secretary of Agriculture. Washington, D.C.
- Üçüncü, M. (2018). Butter Technology. In *Milk and dairy product technology*. Ege University, Izmir. 590 p.
- Üçüncü, M. (2004). A'dan Z'ye peynir teknolojisi. Cilt 2. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 1234s.
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C. and Blecker, C. (2010). Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 14, 485–500.
- Varnam, A. H. and Sutherland, J. P. (1994). Cheese. In *Milk and milk products*. 275-345p. Springer, Boston, MA.
- Veereman-Wauters, G., Staelens, S., Rombaut, R., Dewettinck, K., Deboutte, D., Brummer, R. J. and Le Ruyet, P. (2012). Milk fat globule membrane enriched formula milk decreases febrile episodes and may improve behavioral regulation in young children. *Nutrition*, 28, 749-752.
- Vesper, H., Schmelz, E. M., Nikolova-Karakashian, M. N., Dillehay, D. L., Lynch, D. V. and Merrill Jr, A. H. (1999). Sphingolipids in food and the emerging importance of sphingolipids to nutrition. *The Journal of Nutrition*, 129, 1239-1250.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. and Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology Handbook Second Edition*. 768p.

- Wendin, K., Langton, M., Caous, L. and Hall, G. (2000). Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese. *Food Chemistry*, 71, 363-378.
- Wong, P.Y.Y. and Kitts, D. D., (2003). A comparison of the butter milk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white, and egg yolk powders. *Journal of Dairy Science*, 86,746-754.
- Yashini, M., Sahana, S., Hemanth, S. D., and Sunil, C. K. (2021). Partially defatted tomato seed flour as a fat replacer: effect on physicochemical and sensory characteristics of millet-based cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 4530-4541.
- Yaşar, K. (2007). Effects of different coagulants used and ripening period on properties of Kashar cheese. *International Journal of Dairy Technology* 64, 372 - 379.
- Ye, A., Singh, H., Taylor, M. W. and Anema, S. (2004). Interactions of whey proteins with milk fat globule membrane proteins during heat treatment of whole milk. 84, 269-283.
- Yıldırım, Ç. ve Güzeller, Y. (2013). Peyniraltı suyu ve yayık altının toz olarak değerlendirilmesi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28,11-20.
- Yilmaz, F. and Dagdemir, E. (2012). The effects of beeswax coating on quality of Kashar cheese during ripening. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 2582-2589.
- Zanabria, R., Tellez, A. M., Griffiths, M. and Corredig, M. (2013). Milk fat globule membrane isolate induces apoptosis in HT-29 human colon cancer cells. *Food and Function*, 4, 222-230.
- Zeisel, S. H. (2004). Nutritional importance of choline for brain development. *Journal of the American College of Nutrition*, 23, 621-626.
- Zhao, C. J., Schieber, A. and Gänzle, M. G. (2016). Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations–A review. *Food Research International*, 89, 39-47.
- Zisu, B., and Shah, N. P. (2007). Texture characteristics and pizza bake properties of low-fat Mozzarella cheese as influenced by pre-acidification with citric acid and use of encapsulated and ropy exopolysaccharide producing cultures. *International Dairy Journal*, 17, 985-997.

EKLER

EK 1: Üretilen kaşar peynirlerine ait görüntüler



KT 0

(Kontrol, tam yağlı)

KY 0

(Kontrol, yarım yağlı)

KA 0

(Kontrol, az yağlı)



KY 2,5

(%2,5 YAT, yarım yağlı)

KY 5,0

(%5,0 YAT, yarım yağlı)

KY 7,5

(%7,5 YAT, yarım yağlı)



KA 2,5

(%2,5 YAT, az yağlı)

KA 5,0

(%5,0 YAT, az yağlı)

KA 7,5

(%7,5 YAT, az yağlı)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Halil Rıza AVCI

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli / 05.11.1978

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bornova Mustafa Kemal Lisesi (1992-1995)

Lisans : Pamukkale Üniversitesi (1995-2000)

Yüksek Lisans : Pamukkale Üniversitesi (2002- 2005)

Doktora : Uludağ Üniversitesi (2016-)

İletişim : rizaavci@gmail.com

Çalıştığı Kurum: Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Yayınlar:

Uluslararası Makaleler

Avci H. R. and Ozcan T. (2020). The characterisation of dairy industry waste buttermilk from different butter processing procedures. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(7), 5472-5478.

Ozcan T., Ozdemir T. and Avci H. R. (2021). Survival of *Lactobacillus casei* and functional characteristics of reduced sugar red beet root yoghurt with natural sugar substitutes. *International Journal of Dairy Technology*, 74(1), 148-160.

Uluslararası Bildiriler, Seminerler vb.

Avci H. R., Ozcan T., Polat F., Kaygisiz M., Arikan-Asan A. (2019). The effect of different butter production technologies on chemical composition and amino acid profile of buttermilk. *HEZARFEN Uluslararası Fen Matematik ve Mühendislik Bilimleri Kongresi*, İzmir, Türkiye, 8 - 10 Kasım, 23-35.

Ulusal Dergilerde Yayınlanmış Makaleler

Avcı H. R. ve Özcan T. (2018). Peynirde tuz oranının azaltılmasına yönelik alternatif teknolojiler: Yüksek basınç uygulaması (HPP). Gıda ve Yem Bilimi–Teknolojisi, 19(1), 16-25.