

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI MAYALARIN BEYAZ PEYNİRDE UÇUCU AROMA
BİLEŞİKLERİ VE PROTEOLİZ DÜZEYİNE KATKISI İLE
BİYOAKTİF PEPTİT ÜRETME PERFORMANSLARININ
BELİRLENMESİ**

HACER GÜRKAN

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2019

Tezin Başlığı: Bazı Mayaların Beyaz Peynirde Uçucu Aroma Bileşikleri ve Proteoliz Düzeyine Katkısı ile Biyoaktif Peptit Üretim Performanslarının Belirlenmesi.

Tezi Hazırlayan: HACER GÜRKAN

Sınav Tarihi: 17.06.2019

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

(Danışman)
İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Atatürk Üniversitesi



Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

Çukurova Üniversitesi



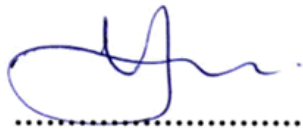
Prof. Dr. İhsan KARABULUT

İnönü Üniversitesi



Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN

İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum "**Bazı Mayaların Beyaz Peynirde Uçucu Aroma Bileşikleri ve Proteoliz Düzeyine Katkısı ile Biyoaktif Peptit Üretme Performanslarının Belirlenmesi**" başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.



Hacer GÜRKAN

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI MAYALARIN BEYAZ PEYNİRDE UÇUCU AROMA BİLEŞİKLERİ VE PROTEOLİZ DÜZEYİNE KATKISI İLE BİYOAKTİF PEPTİT ÜRETME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

HACER GÜRKAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
187 + xiii sayfa
2019

Danışman: Prof. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada starter kültür (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, CC) yanında yardımcı kültür olarak *Yarrowia lipolytica* NCYC 376 (YL), *Saccharomyces cerevisiae* NCYC 167 (SC), *Debaryomyces hansenii* NCYC 2572 (DH) ve *Kluyveromyces marxianus* NCYC 179 (KM) maya türleri kullanılarak Beyaz peynir üretimi yapılmış ve 7±1 °C’de 90 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. Beyaz peynir üretiminde maya kullanımının pH ve toplam protein miktarı dışında diğer bileşim özellikleri üzerinde önemli düzeyde ($P<0.05$) etkili olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince peynirlerin proteoliz özelliklerinde artış görülmüştür. Maya ilavesinin peynirlerin %12 TCA-SN değerinden ziyade pH 4.6-SN değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Maya kullanımı (özellikle YL ile SC mayaları) ile olgunlaşmanın sonlarına doğru TFAA miktarı bariz bir artış göstermiştir. Peynirlerde Glu, Ala ve Cys en yüksek konsantrasyonda tespit edilen serbest amino asitleridir. Olgunlaşma süresince β -kazeinin hidrolizasyona direncinin α_{s1} -kazeine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Örneklerin peptit profillerinde, olgunlaşma sürecinde yeni piklerin oluşumundan ziyade, maya farklılığına bağlı olarak piklerin yüksekliklerinde (özellikle DH mayası) artış olduğu saptanmıştır. Beyaz peynirlerde laktik asit bakteri ve maya sayıları genellikle olgunlaşma süresi (özellikle olgunlaşmanın 60. gününde) ile azalma göstermiştir. Esterler ve alkoller Beyaz peynirlerde en çok tespit edilen uçucu bileşik gruplarıdır. Peynirde *D. hansenii* ve *K. marxianus* alkol bileşiklerinin, *Y. lipolytica* ise aldehit ve keton bileşiklerinin oluşumunda daha etkili bulunmuştur. Peynirlerin pH 4.6’da çözünen fraksiyonunda daha yüksek ACE-i aktivitesi tespit edilmiştir. Peynir örneklerinde maya kullanımı ile antioksidan aktivite değerlerinde artış görülmüştür. YL ve DH örneklerinin antihipertansif ve antioksidan aktiviteleri diğer Beyaz peynir örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde genel olarak CC ve SC örnekleri diğer örneklerden daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak; maya kültürlerinin (özellikle YL) Beyaz peynirde olgunlaşma süresine bağlı olarak proteoliz, antioksidan aktivite, ACE-i ve duyusal açıdan önemli derecede katkıda bulunduğu saptanmıştır. Maya kültürlerinin, süt ürünlerinde fonksiyonel özelliği artırılmış yeni ürünlerin oluşumunda yardımcı kültür olarak potansiyel olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Beyaz peynir, maya kültürleri, biyoaktif peptit fraksiyonları, olgunlaşma.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DETERMINATION OF BIOACTIVE PEPTID PRODUCTION PERFORMANCE WITH VOLATILE AROMA COMPOUNDS AND CONTRIBUTION TO PROTEOLYSIS LEVEL IN WHITE CHEESE OF SOME YEASTS

HACER GÜRKAN

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
187 + xiii pages
2019
Supervisor: Prof. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU

In this study, White cheese production was made using yeast species as adjunct in *Yarrowia lipolytica* NCYC 376 (YL), *Saccharomyces cerevisiae* NCYC 167 (SC), *Debaryomyces hansenii* NCYC 2572 (DH) and *Kluyveromyces marxianus* NCYC 179 (KM) as well as starter cultures (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*) and ripened at 7 ± 1 °C for 90 days. The use of yeast in White cheese production was found to be significant ($P<0.05$) on other composition properties except pH and total protein content. Proteolysis properties of cheeses increased during ripening period. Yeast added was found to be effective on pH 4.6-SN rather than 12% TCA-SN. The use of yeast (especially YL and SC yeasts) showed a significant increase in the amount of TFAA towards the end of ripening. Glu, Ala and Cys were the highest concentrations of free amino acids in cheeses. It was determined that the resistance of β -casein to hydrolization during ripening was higher than α_{s1} -casein. In the peptide profiles of the samples, it was determined that the height of the peaks increased depending on yeast differences (especially DH yeast), rather than formation of new peaks in the ripening process. In White cheese, lactic acid bacteria and yeast counts decreased significantly with ripening time (especially on the 60th day of ripening). Esters and alcohols were the most commonly identified volatile compounds in White cheeses. It was found that *Debaryomyces hansenii* and *Kluyveromyces marxianus* were more effective in the formation of alcohol compounds, *Yarrowia lipolytica* was more effective in the formation of aldehyde and ketone compounds in cheese. A higher ACE-i activity was detected in the cheese-soluble fraction of pH 4.6. An increase in antioxidant activity values were observed with yeast use in cheese samples. Antihypertensive and antioxidant activities of YL and DH samples were found to be higher than the other White cheese samples. When the results of sensory analysis were examined, CC and SC samples were generally liked much more than other than other samples. As a result; yeast cultures (especially YL) were found to contribute significantly to proteolysis, antioxidant activity, ACE-i and sensory properties depending on ripening time in White cheese. It was determined that yeast cultures have potential as adjunct culture in the formation of new products with increased functional properties in dairy products.

KEYWORDS: White cheese, yeast cultures, bioactive peptide fractions, ripening.

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca bana yol gösteren, değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na;

Tez süresince önerileri ile çalışmama yön veren ve desteklerini gördüğüm Tez İzleme Komitesi üyeleri hocalarım Prof. Dr. İhsan KARABULUT ve Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN'e;

Bilgi ve tecrübeleri ile bana destek olan başta Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şevket ÇETİN olmak üzere İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine;

Tez kapsamında peynirlerin üretilmesinde hammadde ve işletme imkânlarını sunan Dutpınar Gıda Ticaret San. Ltd. Şti. (Malatya) yetkili ve çalışanlarına;

Peynir ambalajı temininde katkıda bulunan Asil Süt Ürünleri Gıda Tekstil Hayv. Taş. San. Tic. Ltd.Şti. (Malatya) firmasına;

Tez çalışmasının yürütülebilmesi için FDK-2018-1564 proje numarası ile maddi olanak sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne;

Lisansüstü eğitimim boyunca yardımlarını gördüğüm Fen Bilimleri Enstitüsü Birimi'ne;

Çalışmam süresince yardımlarıyla bana destek olan kardeşim Muhammed Şamil GÜRKAN'a;

Ve maddi, manevi her konuda bana destek olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Hacer GÜRKAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Dünya ve Türkiye'de Hipertansiyon.....	3
2.2. Süt Kaynaklı Biyoaktif Peptitler.....	3
2.3. ACE inhibitörü ve antihipertansif peptitler.....	9
2.4. Antioksidan peptitler.....	15
2.5. Süt Teknolojisinde Mayalar.....	18
2.6. Peynirde Aroma.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Süt.....	31
3.1.2. Starter bakteriler.....	31
3.1.3. Pıhtılaştırıcı enzim.....	31
3.1.4. Maya kültürleri.....	31
3.1.5. Kalsiyum klorür (CaCl_2).....	32
3.1.6. Tuz (NaCl).....	32
3.1.7. Ambalaj materyali.....	32
3.2. Peynir Üretimi.....	32
3.3. Beyaz Peynir Analizleri.....	35
3.3.1. Kimyasal analizler.....	35
3.3.1.1. Titrasyon asitliği.....	35
3.3.1.2. pH değeri.....	35
3.3.1.3. Kuru madde oranı.....	35
3.3.1.4. Yağ ve kuru maddede yağ oranları.....	35
3.3.1.5. Tuz ve kuru maddede tuz oranları.....	35
3.3.1.6. Protein oranları.....	36
3.3.2. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması.....	36
3.3.2.1. pH 4.6'da (pH 4.6-SN) çözünen azot miktarı.....	36
3.3.2.2. %12'lik Triklorasetik asitte (TCA) çözünen azot miktarı.....	36
3.3.3. Toplam serbest amino asit miktarı.....	37
3.3.4. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile serbest amino asitlerin belirlenmesi.....	38
3.3.5. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi ile peptit profillerinin belirlenmesi.....	40
3.3.6. Üre-poliakrilamid jel elektroforez (Urea-PAGE) ile kazein fraksiyonlarının belirlenmesi.....	41
3.3.7. ACE-inhibitör aktivitesinin belirlenmesi.....	43

3.3.8.	Aroma maddelerinin belirlenmesi.....	44
3.3.9.	Antioksidan aktivitenin belirlenmesi.....	45
3.3.9.1.	2,2-Azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS ^{*+})).....	45
3.3.9.2.	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH [*]).....	46
3.3.10.	Mikrobiyolojik analizler.....	46
3.3.11.	Duyusal analizler.....	47
3.3.12.	İstatistiksel analizler.....	48
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	49
4.1.	Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri.....	49
4.2.	Beyaz Peynir ve Salamuralarının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	49
4.2.1.	Üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	50
4.2.1.1.	Kuru madde.....	51
4.2.1.2.	Tuz ve kuru maddede tuz.....	52
4.2.1.3.	Yağ ve kuru maddede yağ.....	54
4.2.1.4.	pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit).....	56
4.2.1.5.	Toplam protein.....	59
4.2.1.6.	Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları.....	60
4.2.2.	Beyaz peynirlerin salamuralarında kimyasal ve fiziksel özellikler.....	61
4.2.2.1.	Kuru madde.....	62
4.2.2.2.	Tuz.....	63
4.2.2.3.	pH.....	65
4.2.2.4.	Toplam protein.....	67
4.2.2.5.	Beyaz peynirlerin salamuralarının kimyasal ve fiziksel özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları.....	69
4.3.	Beyaz Peynirlerde Meydana Gelen Proteoliz.....	69
4.3.1.	pH 4.6'da çözünen azot (pH 4.6-SN) oranları.....	70
4.3.2.	%12 Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi.....	73
4.3.3.	Toplam serbest amino asit (TFAA) miktarı.....	75
4.3.4.	Serbest amino asit miktarı.....	77
4.3.5.	Peynirlerde üre-poliakriamid jel elektroforez (üre-PAGE) ile saptanan proteoliz.....	87
4.3.6.	Ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit profili.....	94
4.3.7.	Beyaz peynirlerde meydana gelen proteolitik özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları.....	102
4.4.	Beyaz Peynirlerde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	103
4.4.1.	Koliform grubu bakteri sayıları.....	103
4.4.2.	Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları.....	104
4.4.3.	M17 agar'da gelişen laktik asit bakteri (LAB) sayıları.....	105
4.4.4.	YGC agar'da gelişen mayaların sayısı.....	107
4.4.5.	Beyaz peynirlerin mikrobiyolojik özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları.....	109
4.5.	Beyaz Peynirlerde GC-MS ile Aroma Maddelerinin Belirlenmesi.....	110
4.5.1.	Esterler.....	115
4.5.2.	Karboksilik asitler.....	119

4.5.3.	Alkoller.....	120
4.5.4.	Aldehit ve ketonlar.....	123
4.5.5.	Alkanlar.....	126
4.5.6.	Terpenler.....	129
4.5.7.	Diğer bileşikler.....	130
4.5.8.	Beyaz peynir örneklerinde aroma gruplarının istatistik analiz sonuçları.....	132
4.6.	Beyaz Peynir Örneklerindeki Fraksiyonların Biyoaktivite Değerleri.....	132
4.6.1.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6-SN fraksiyonlarının antihipertansif aktivitesi.....	135
4.6.2.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6-SN fraksiyonlarının antioksidan aktivite değerleri.....	142
4.6.3.	Beyaz peynirlerin fraksiyonlarının biyoaktivite özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları.....	149
4.7.	Beyaz Peynir Örneklerindeki Duyusal Özellikler.....	150
4.7.1.	Renk ve görünüş.....	151
4.7.2.	Yapı ve tekstür.....	152
4.7.3.	Parlaklık.....	153
4.7.4.	Sertlik.....	154
4.7.5.	Olgun tat.....	154
4.7.6.	Tuzluluk seviyesi.....	155
4.7.7.	Koku.....	156
4.7.8.	Lezzet.....	156
4.7.9.	Yapışkanlık.....	157
4.7.10.	Ufalanma.....	158
4.7.11.	Süt tadı.....	158
4.7.12.	Maya kokusu.....	159
4.7.13.	Sünme.....	160
4.7.14.	Genel beğeni.....	160
4.7.15.	Beyaz peynirlerin duyusal özelliklerinin istatistik analiz sonuçları.....	161
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	163
6.	KAYNAKLAR.....	166
	ÖZGEÇMİŞ.....	186

SİMGELER VE KISALTMALAR

α -La	Alfa-laktalbumin
β -Lg	Beta-laktoglobulin
ACE	Anjiyotensin dönüştürücü enzim
ACE-i	Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitör
CPPs	Kalsiyum-bağlayıcı fosfopeptitler
GI	Gastrointestinal
CO ₂	Karbondioksit
mL	Mililitre
μ L	Mikrolitre
dk	Dakika
°C	Santigrat derece
<i>Lb.</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Lc.</i>	<i>Lactococcus</i>
LAB	Laktik asit bakterileri
NCYC	National collection of yeast cultures
<i>Y. lipolytica</i>	<i>Yarrowia lipolytica</i>
<i>S. cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>D. hansenii</i>	<i>Debaryomyces hansenii</i>
<i>K. marxianus</i>	<i>Kluyveromyces marxianus</i>
spp.	Subspecies, alt tür
ABTS ^{*+}	2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt
DPPH [*]	1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
HHL	Hippuryl-histidyl-leucine
TCA	Trikloroasetik asit
FAA	Serbest amino asit
TFAA	Toplam serbest amino asit
pH 4.6-SN	pH 4.6'da çözünen azot
%12 TCA-SN	%12'lik trikloroasetik asitte çözünen azot
Urea-PAGE	Üre-poliakrilamid jel elektroforez
UF	Ultrafiltrasyon
pH 4.6-SN fraksiyonu	F1
3 kDa'dan küçük fraksiyonu	F2
3 kDa'dan büyük fraksiyonu	F3
Asp	Aspartik asit
Glu	Glutamik asit
Ser	Serin
Asn	Asparajin
Gln	Glutamin
Gly	Glisin
His	Histidin
GABA	Gama aminobütirik asit
Thr	Treonin
Ala	Alanin
Arg	Arjinin
Pro	Prolin

Tyr
Val
Met
Cys
Ile
Leu
Phe
Trp
Lys

Tirozin
Valin
Metiyonin
Sistein
İzolösin
Lösin
Fenilalanin
Triptofan
Lizin



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Fermentasyon ve/ya gastrointestinal (GI) sindirim vasıtasıyla proteinlerden biyoaktif peptitlerin oluşumu.....	4
Şekil 2.2.	Süt proteinlerinden biyoaktif peptitlerin oluşumu.....	6
Şekil 2.3.	ACE'nin kristal yapısı.....	10
Şekil 2.4.	ACE aktif bölgesinin anjiyotensin (I) ile etkileşim şeması.....	10
Şekil 2.5.	Renin-anjiyotensin sistemi.....	11
Şekil 3.1.	Beyaz peynir üretim akış şeması.....	34
Şekil 3.2.	Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri.....	38
Şekil 3.3.	Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (734 nm).....	45
Şekil 3.4.	Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (517 nm).....	46
Şekil 4.1.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru madde oranları.....	51
Şekil 4.2.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan tuz oranları.....	52
Şekil 4.3.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru maddede tuz oranları.....	53
Şekil 4.4.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan yağ oranları.....	54
Şekil 4.5.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru maddede yağ oranları.....	55
Şekil 4.6.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri.....	56
Şekil 4.7.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan laktik asit oranları.....	58
Şekil 4.8.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan toplam protein oranları.....	59
Şekil 4.9.	Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında kuru madde oranları.....	62
Şekil 4.10.	Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında tuz oranları.....	64
Şekil 4.11.	Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında pH değerleri.....	66
Şekil 4.12.	Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında toplam protein oranları.....	68
Şekil 4.13.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan pH 4.6-SN değerleri.....	72
Şekil 4.14.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan %12 TCA-SN değerleri...	75
Şekil 4.15.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan TFAA.....	76
Şekil 4.16.	Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-poliakrilamid jel elektroforetogramları (Na-CN: sodyum kazein).....	89
Şekil 4.17.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'a çözünmeyen fraksiyonlarının elektroforetik analizlerinin aşamalı kümeleme analizi	90
Şekil 4.18.	Bir Beyaz peynir örneğinin pH 4.6'a çözünmeyen fraksiyonunun üre poliakrilamid jel elektroforegram bant yoğunluğuna ait şematik gösterimi....	91
Şekil 4.19.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1. günündeki peptit profilleri.....	96
Şekil 4.20.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 15. günündeki peptit profilleri.....	97

Şekil 4.21.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 30. günündeki peptit profilleri.....	97
Şekil 4.22.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 60. günündeki peptit profilleri.....	98
Şekil 4.23.	Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 90. günündeki peptit profilleri.....	98
Şekil 4.24.	CC Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri.....	99
Şekil 4.25.	YL Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri.....	100
Şekil 4.26.	SC Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri.....	100
Şekil 4.27.	DH Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri.....	101
Şekil 4.28.	KM Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri.....	101
Şekil 4.29.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TAMB sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler.....	105
Şekil 4.30.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince LAB sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler.....	106
Şekil 4.31.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince maya kültürleri sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler.....	108
Şekil 4.32.	Beyaz peynir örneklerinde pH 4.6-SN fraksiyonlarının olgunlaşma süresince ACE-inhibisyonunda (%) meydana gelen değişimler.....	138
Şekil 4.33.	Beyaz peynir örneklerinde pH 4.6-SN fraksiyonlarının olgunlaşma süresince IC ₅₀ değerlerinde (mg/L) meydana gelen değişimler.....	141
Şekil 4.34.	Beyaz peynir ekstraktlarının olgunlaşma süresince ABTS ^{•+} değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişimler.....	145
Şekil 4.35.	Beyaz peynir ekstraktlarının olgunlaşma süresince DPPH [•] değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişimler.....	148
Şekil 4.36.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen renk ve görünüş puanları.....	152
Şekil 4.37.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen yapı ve tekstür puanları.....	153
Şekil 4.38.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen parlaklık puanları....	153
Şekil 4.39.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen sertlik puanları.....	154
Şekil 4.40.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen olgun tat puanları.....	155
Şekil 4.41.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen tuzluluk seviyesi puanları.....	156
Şekil 4.42.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen koku puanları.....	156
Şekil 4.43.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen lezzet puanları.....	157
Şekil 4.44.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen yapışkanlık puanları.	158
Şekil 4.45.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen ufalanma puanları....	158
Şekil 4.46.	Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen süt tadı puanları.....	159

Şekil 4.47. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen maya kokusu puanları.....	160
Şekil 4.48. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen sünme puanları.....	160
Şekil 4.49. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen genel beğeni puanları.....	161



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Peynir üretimlerinde kullanılan maya kültürlerinin sayıları.....	32
Çizelge 3.2.	Peynir üretimi için örneklere verilen kodların detaylandırılması.....	33
Çizelge 3.3.	RP-HPLC amino asit analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları.....	39
Çizelge 3.4.	RP-HPLC peptit profili analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları.....	40
Çizelge 3.5.	Peynirlerin duyusal değerlendirme formu.....	48
Çizelge 4.1.	Beyaz peynirlerin üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün özellikleri.	49
Çizelge 4.2.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler (n=2).....	50
Çizelge 4.3.	Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.4.	Beyaz peynirlerin salamuralarında kimyasal ve fiziksel özellikler....	62
Çizelge 4.5.	Beyaz peynirlerin salamuralarının kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.6.	Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı proteolitik özelliklerindeki değişimler (n=2).....	70
Çizelge 4.7.	Peynir örneklerinde serbest amino asit (mg amino asit/g peynir) içeriği.....	78
Çizelge 4.8.	Örneklerin serbest amino asit miktarlarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.9.	Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kalıntı β -kazein oranları (%).....	92
Çizelge 4.10.	Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kalıntı α_{s1} -kazein oranları (%).....	93
Çizelge 4.11.	Beyaz peynirlerin proteolitik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	103
Çizelge 4.12.	Beyaz peynir örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g peynir, n=2).....	104
Çizelge 4.13.	Beyaz peynirlerin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	109
Çizelge 4.14.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan aroma bileşik grupları (μ g/100 g peynir, n=2).....	112
Çizelge 4.15.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan ester bileşikleri (μ g/100 g peynir, n=2).....	116
Çizelge 4.16.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan asit bileşikleri (μ g/100 g peynir, n=2).....	120
Çizelge 4.17.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkol bileşikleri (μ g/100 g peynir, n=2).....	122

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve keton bileşikleri ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir, $n=2$).....	125
Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkan bileşikleri ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir, $n=2$).....	127
Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinde saptanan terpen bileşikleri ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir, $n=2$).....	130
Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinde saptanan diğer bileşikler ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir, $n=2$).....	131
Çizelge 4.22. Örneklerin olgunlaşma süresince aroma madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları.....	132
Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerine ait pH 4.6-SN fraksiyonlarında saptanan biyoaktivite değerleri ($n=2$).....	133
Çizelge 4.24. Örneklerin olgunlaşma süresince antihipertansif aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları.....	142
Çizelge 4.25. Örneklerin olgunlaşma süresince antioksidatif aktivitelerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	147
Çizelge 4.26. Beyaz peynirlerin fraksiyonlarının biyoaktivite özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	149
Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen duyusal özellikler ve puanlar ($n=2$).....	150
Çizelge 4.28. Beyaz peynir örneklerin duyusal özellik puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	162

1. GİRİŞ

Süt, insan sağlığı ve beslenmesi açısından çok önemli bir besin kaynağıdır. Sütün hacimli olması, naklinin zor olması ve çabuk bozulması gibi sebeplerden dolayı her zaman sütün doğrudan tüketimi için temini mümkün değildir. Gelişmiş ülkelerde yapılan istatistiklere göre sütün, içme sütü ve tereyağı olarak tüketiminin gün geçtikçe azaldığı, buna rağmen peynir üretim ve tüketiminin arttığı belirtilmiştir. Ülkemizde de genel olarak süt, içme sütü olarak değil peynir, ayran ve yoğurt olarak tüketilmektedir. Türkiye’de toplam süt ve süt ürünlerinin kişi başına düşen tüketiminde ilk sırayı peynir almaktadır. Türkiye’de kişi başına 1 yıllık peynir tüketimi ise bölgeler itibariyle değişiklik göstermesine rağmen 7-10 kg arasında değişmektedir. Bu değer gelişmiş ülkelerin peynir tüketim seviyesine yakın bir seviyedir. Peynir tüketimini yoğurt, içme sütü, tereyağı, dondurma ve süttozu izlemektedir (Badem, 2015). Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2018 yılı verilerine göre 22.1 milyon ton çiğ süt üretimi gerçekleşmiştir. Üretilen çiğ sütün %90.6’sını inek sütü, %6.5’ini koyun sütü, %2.5’ini keçi sütü ve %0.3’ünü manda sütü oluşturmuştur. Aynı yıl 753 bin ton peynir üretilmiş olup, inek sütü kullanılarak üretilen peynir 658 bin tondur (Anonim, 2018). Üretilen peynirlerin yaklaşık %60’ını Beyaz peynir, %15’ini Kaşar peynir ve %15’ini ise Tulum ve Mihaliç peynirleri oluşturmaktadır. Kalan %10’luk kısmını ise diğer yöresel peynirler paylaşmaktadır (Badem, 2015).

Hem yüksek tansiyon rahatsızlıklarını azaltmak hem de antihipertansif ilaçlarının kullanımına bağlı olarak karşılaşılan yan etkilerin (baş ağrısı, uykusuzluk, halsizlik, ağız kuruluğu, dispne, parestezi, öksürük, bronkospazm, lenf bezleri hastalığı, serum sickness-like sendromu gibi) önlenmesi amacıyla fonksiyonel gıda geliştirme fikri ile biyoaktivite gösteren bileşikler, araştırmacılar tarafından ilgi ve merak uyandırmıştır. Bu fikirden yola çıkarak yapılan çalışmalar sonucunda araştırmacılar *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarında süt ürünleri kaynaklı peptitlerin antihipertansif aktivite gösterdiğini ifade etmiştir. Peynir, zengin besin içeriğinin yanı sıra biyoyararlılığı da yüksek olan bir üründür. Yapılan çalışmalarda mayaların etkisiyle fermente süt (Li vd., 2015a) ve kıymız (Chaves-López vd., 2014) gibi fermente süt ürünlerinin biyoaktif peptit oluşumuna dair çalışmalar olmasına rağmen, peynir üretiminde maya kullanımına dair yeterli araştırma yapılmamış olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* toplam % 1 oranında olacak şekilde kültür ve *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia*

lipolytica, *Kluyveromyces marxianus* ve *Saccharomyces cerevisiae* türü mayalar ise 5 log kob/mL süt olacak şekilde yardımcı kültür olarak Beyaz peynir üretiminde kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda, peynir bileşiminin maya faaliyetine uygun olduğu ve söz konusu mayaların lipolitik ve proteolitik aktivitelerinin yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Mayaların bu özelliklerinden dolayı peynirde maya faaliyetinin biyoaktif ve aroma özelliklerine önemli derecede katkı sağlayacağı hipotezi oluşmaktadır. Çalışma kapsamında üretilen peynirler 90 gün boyunca 7 °C’de olgunlaştırılmış ve 1, 15, 30, 60, ve 90. günlerde maya etkisi ile peynirlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, aroma profilleri, biyoaktivite ve duyuşal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Dünya ve Türkiye'de Hipertansiyon

Hipertansiyon toplumda sık rastlanan önemli bir sağlık problemidir. Hipertansiyon; kan basıncının sistolik ≥ 140 mmHg ve/veya diyastolik ≥ 90 mmHg olmasıyla tanımlanan, sık görülen bir kardiyovasküler hastalıktır (Mancia vd., 2007; Mancia vd., 2013).

Dünyada 2008 yılında 25 yaş ve üzeri insanların yaklaşık %40'ında hipertansiyon teşhis edilmiştir. Afrika Bölgesi % 46'lık bir oran ile en yüksek sıklığı oluştururken, Amerika %35'lik bir oran ile en düşük sıklığı oluşturmaktadır. Rusya Federasyonu, Almanya ve Türkiye'de yaş standardına bağlı oran (35-84 yaş) %40 dolaylarında seyrederken, Bangladeş'te %20 düzeyinde kalmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 77.9 milyon (her 3 kişiden biri) yetişkinde yüksek kan basıncı görülmektedir. Yüksek kan basıncı problemi 1999 yılından 2009 yılına kadar %17.1 artmıştır. Mevcut verilerden 2030 yılına kadar hipertansiyon prevalansının %7.2 artacağı tahmin edilmektedir (Önen, 2015).

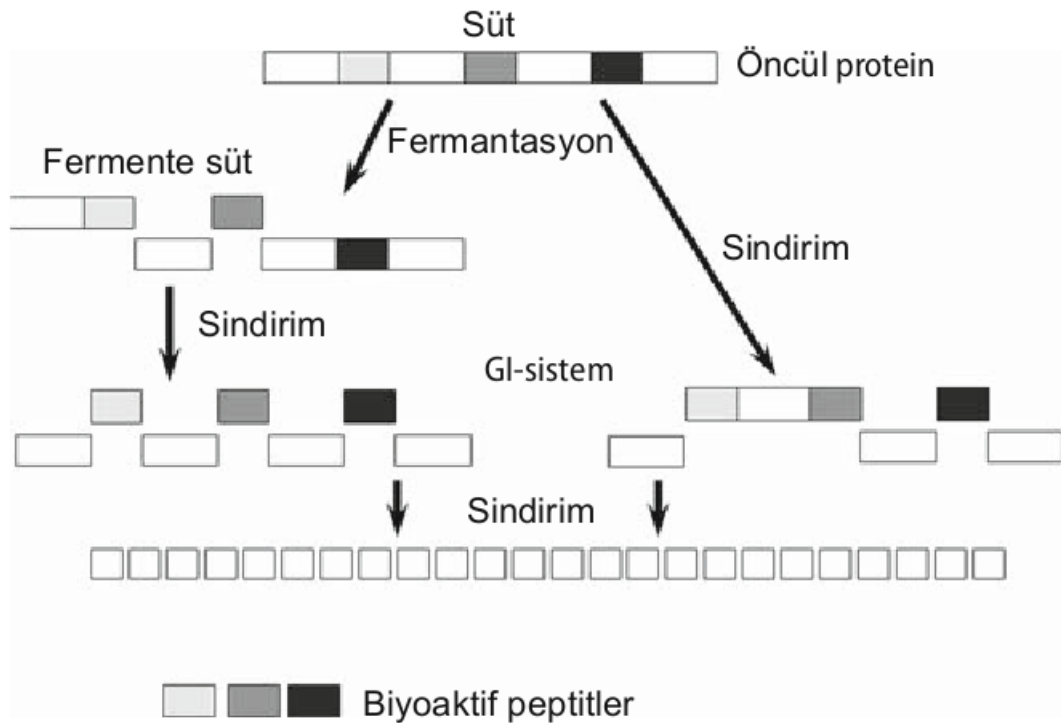
Türkiye'de ise hipertansiyon prevalansı TURDEP-II sonuçlarına göre 20 yaş ve üzeri %31.3 olarak bulunmuştur. Erkeklerin %30.9'unda hipertansiyon problemi görülürken, bayanların %32.3'ünde hipertansiyon görülmektedir. Türkiye'de 2012 yılı sağlık istatistikleri incelendiğinde kişilerin (15 yaş ve üzeri) %13.2'sinin hipertansiyonlu olduğu saptanmıştır. Bayanların %17.6'sı ve erkeklerin %8.7'si hipertansiyonlu olduğunu ifade etmişlerdir. Sosyal Sigortalar Kurumu 2009-2013 verilerine bakıldığında, hipertansiyon prevalansı Karadeniz Bölgesi'nde diğer bölgelere göre daha yüksek görülmüştür. Yedi coğrafik bölgede de hipertansiyon problemi erkeklerde, bayanlara oranla daha yüksek görülmüştür (Önen, 2015).

2.2. Süt Kaynaklı Biyoaktif Peptitler

Hayvansal kökenli gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan süt, insan beslenmesinde gerekli olan besin maddelerinin önemli bir kısmını yeterli ve dengeli oranda içeren gıdadır (Telli ve Doğruer, 2014). Süt besleyici değerinin yanısıra başka insan metabolizması ve sağlığı üzerinde önemli etkisi olan kazein ve serum proteinleri gibi biyolojik aktiviteye sahip bileşikler içerdiğinden son derece önem arz etmektedir (Korhonen, 2009). Bu bileşiklerden en önemlisi biyoaktif peptitlerdir. Biyoaktif

peptitler, vücut işlevleri üzerinde olumlu etkiye sahip olan spesifik protein fragmanları olup insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Kitts ve Weiler 2003; Pihlanto vd., 2006).

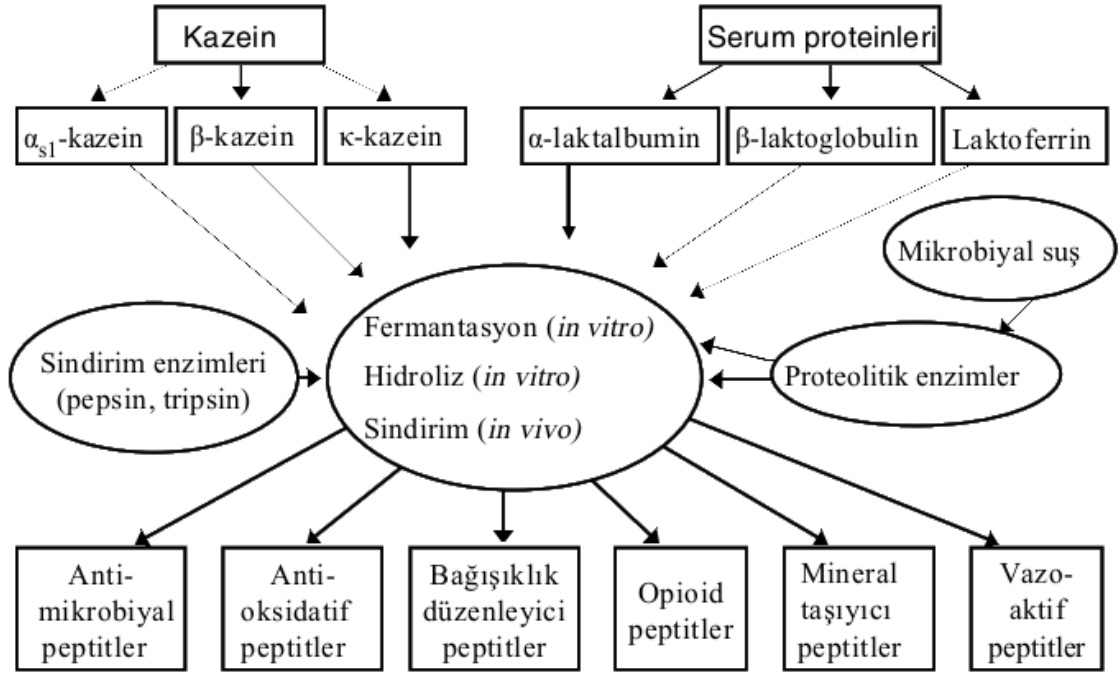
Süt proteinlerinin %80'ini oluşturan kazeinin α_{s1} , α_{s2} , β ve κ -kazein olmak üzere dört fraksiyon vardır. Bu fraksiyonlar bir arada bulunarak kazein misellerini meydana getirmektedir (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Kazein, anjiyotensin I dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörü ve antihipertansif etki gösteren peptitler için iyi bir substrattır (FitzGerald vd., 2004; Otte vd., 2007b; Iwaniak ve Dziuba, 2009; Martínez-Maqueda vd., 2012; Tavares ve Malcata, 2013; Park ve Nam, 2015; Nongonierma ve FitzGerald, 2015; Bhopale, 2016). Biyoaktif peptitler ana protein molekülünü dizisinde inaktif olup sütün gastrointestinal sindirimi, gıda işleme sırasında, proteolitik aktiviteye sahip starter kültürlerin fermentasyonu ya da proteolitik enzimler ile gerçekleşen hidrolizi sonucu açığa çıkmaktadır (FitzGerald ve Meisel, 2000; Silva ve Malcata, 2005; Korhonen ve Pihlanto, 2006; Kusump, 2006; López-Fandiño vd., 2006; Qureshi vd., 2013; Bhopale, 2016). Şekil 2.1'de proteinlerden biyoaktif peptitlerin oluşum mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Fermentasyon ve/ya gastrointestinal (GI) sindirim vasıtasıyla proteinlerden biyoaktif peptitlerin oluşumu (Möller vd., 2008)

Biyoaktif peptitlerin oluşumunda en yaygın yol protein moleküllerinin enzimatik hidrolizidir. Bilinen biyoaktif peptitlerin çoğu pepsin ve tripsin gibi gastrointestinal enzimlerin aktivitesi sonucu açığa çıkmaktadır. Anjiyotensin-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör peptitler ve kalsiyum-bağlayıcı fosfopeptitler (CPPs) tripsin kullanımında açığa çıkan yaygın biyoaktif peptitlerdir. Bakteriyel ve fungal kaynaklardan elde edilen sindirim enzimleri ve alkalaz, kimotripsin, pankreatin, pepsin ve termolisini kapsayan enzim kombinasyonlarından da çeşitli proteinlerin kullanımına bağlı olarak biyoaktif peptitlerin oluştuğu gözlemlenmiştir (Korhonen ve Pihlanto, 2006; Phelan vd., 2009).

Biyoaktif peptitler, fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter veya starter olmayan bakterilerin aktivitesi ile de açığa çıkmaktadır. *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *L. rhamnosus* GG gibi laktik asit bakterilerinin proteolitik sistemleri, hücre duvarlarına bağlı proteinazlardan ve endopeptidaz, aminopeptidaz, tripeptidaz ve dipeptidazlar gibi çok sayıda hücre içi peptidazdan meydana gelmektedir (Christensen vd., 1999). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, çeşitli biyoaktif peptitlerin süt proteinlerinin mikrobiyal proteolizi ile medyana geldiği ifade edilmektedir. Bu çalışmaların çoğunda, ACE-inhibitörü veya antihipertansif, bağışıklık düzenleyici antioksidatif ve antimikrobiyel peptitlerin üretimi tanımlanmaktadır. *Lb. helveticus*, Emmental peyniri başta olmak üzere geleneksel fermente süt ürünlerinin üretiminde geniş ölçüde kullanılmakta, yüksek proteolitik aktiviteye sahip *Lb. helveticus* suşları antihipertansif peptitlerin meydana gelmesinde etkin rol oynamaktadır (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Biyoaktif peptitler süt ürünlerinin üretimi sırasında serbest kalmaktadır. Biyoaktif peptitler serbest hale geldiğinde mide, bağırsak, kardiyovasküler, bağışıklık, endokrin, sinir sistemleri gibi insan vücudunda yaşamsal faaliyeti sağlayan özellikle insan fizyolojisinde fizyolojik fonksiyonların yerine getirilmesinde yardımcı olur. İnsan sağlığı ve fizyolojisinde bu peptitler antihipertansif, antimikrobiyal, antioksidatif, antitrombotik, opioid, iştah kapatıcı, bağışıklık düzenleyici ve mineral bağlama gibi çeşitli faaliyetleride rol oynarlar (Korhonen ve Pihlanto, 2006; Park ve Nam, 2015). Şekil 2.2’de süt proteinlerinden biyoaktif peptit oluşum şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Süt proteinlerinden biyoaktif peptitlerin oluşumu (Korhonen ve Pihlanto-Leppälä, 2004)

İmmünoglobulin, laktoferrin, laktoperoksidaz ve lizozim antimikrobiyal proteinler olarak bilinmektedir. Bu ve diğer süt proteinlerinin parçalanmasıyla ortaya çıkan biyoaktif peptitlerin de antimikrobiyal aktivitesi bulunmaktadır (Hoer ve Bostwick, 2000). Sütün yapısında bulunan laktoferrinin, *Esherichia coli* (Rainard, 1986; Shin vd., 1998), *Salmonella typhimurium* (Saito vd., 1991), *Shigella dysenteriae* (Pakkanen ve Aalto, 1997), *Listeria monocytogenes* (Valenti ve Antonini, 2005) *Streptococcus mutans* (Lassiter vd., 1987), *Bacillus stearothermophilus* ve *Bacillus subtilis*'e (Oram ve Reiter, 1968) karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarda inek ve insan laktoferrininin ve N-terminal peptitlerinin *Giardia lamblia*'ya karşı giardisidal etki gösterdiği ifade edilmiştir (Turchany vd., 1995; Tripathi ve Vashishtha, 2006). Bakterilere karşı gösterdiği etkiler yanında laktoferrinin antiviral ve antifungal aktiviteleri de bulunmaktadır (Jenssen ve Hancock, 2009). İsracidin olarak bilinen α-kazeinin (f1–23) fraksiyonu fare ve koyunlarda *Staphylococcus aureus*'a karşı antibiyotik benzeri bir etki gösterdiği ve β-kazein fragmentlerinin ise *Klebsiella pneumoniae*'ya karşı koruyucu etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Kınık ve Gürsoy, 2002).

Oksidasyon insan vücudunda ve gıda maddelerinde oldukça önemlidir. Hücrelerin canlılığı için gerekli olan oksidatif metabolizmanın yan etkilerinden biri,

oksidatif değişmelere neden olan serbest radikallerin ve reaktif oksijen türlerinin oluşumudur. Serbest radikallerin oluşumu fazla olduğunda bu radikaller süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidaz gibi koruyucu enzimleri tahrip edebilmekte ve bu durum hücrel proteinleri, membran lipidleri, DNA ve enzimleri okside ederek hücrelerin yıkımı ve ölümüne neden olmaktadır. Böylece hücreler işlevlerini kaybetmektedirler (Korhonen ve Pihlanto, 2006; Sharma vd., 2011). Proteinler, protein hidrolizatları, peptitler ve amino asitlerin önemli antioksidan faaliyetleri olduğu ifade edilmiştir. Antioksidan biyoaktif peptitler kazein, serum proteinleri, yumurta sarısı proteini, domuz miyofibriler proteinleri ve su canlılarına ait protein ürünleri gibi çoğu hidrolize gıda proteinlerinden elde edilmiştir (Pihlanto, 2006). Proteolitik enzimler tarafından gerçekleşen hidroliz sonucu, kazeinlerden antioksidan peptitler meydana gelmektedir (Korhonen ve Pihlanto 2003). α -Kazeinden türetilmiş peptitlerin, serbest radikalleri süpürme aktivitesine sahip olduğu ve enzimatik ve enzimatik olmayan lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir (Suetsuna vd., 2000; Rival vd., 2001a, b).

Araştırmacılar beslenme ve bağışıklık arasında bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. *In vitro* ve *in vivo* çalışmalar farklı protein kaynaklarından meydana gelen biyoaktif peptitlerin bağışıklık sistemini düzenleyici etkisi olabileceğini göstermiştir (Shahidi ve Zhong 2008). Kazein kaynaklı biyoaktif peptitler aynı zamanda bağışıklık sistemi üzerine olumlu bir etkiye sahiptir. Bu peptitler, hem insan lenfositlerinin proliferasyonunu hem de bazı sitokinlerin üretimini azaltarak düzenleyebilir ve makrofajların fagositik faaliyetlerini uyarabilir. Böylece bu peptitler yeni doğan bebeklerde, bağışıklık sisteminin gelişmesini düzenlemeye yardımcı olurlar (Korhonen ve Pihlanto 2006).

Opioid peptitler sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler gösteren (Froetschel, 1996; Pihlanto-Leppälä, 2001) ve morfin benzeri özelliklere sahip (Clare ve Swaisgood, 2000) peptitler olarak tanımlanmaktadır. Birçok araştırmacı bu peptitlerin, β -kazein (f60–70), α _{s1}-kazein (f90–96), β -laktoglobulin (f102–105) ve α -laktalbumin (f50–53) kaynaklı olup en kuvvetli opioid aktivite gösteren biyoaktif peptitin β -kazeine ait fraksiyon olduğunu belirtmişlerdir (Brantl vd., 1979; Schanbacher vd., 1998).

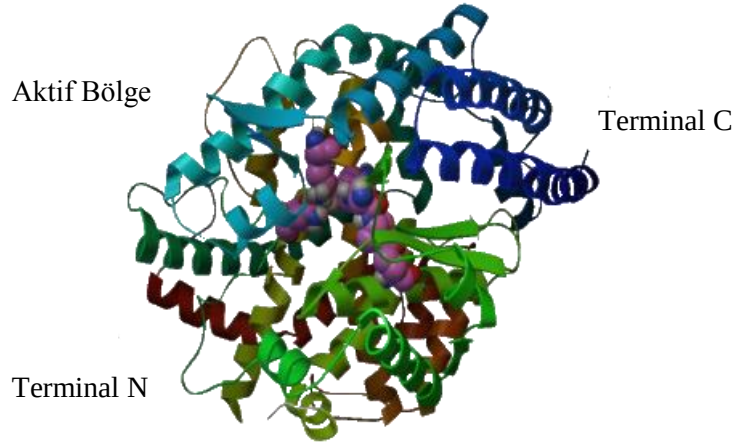
Mineral metabolizmasını etkileyen biyoaktif bileşenlerin sütteki varlığı, ilk olarak 1950 yılında Mellander tarafından ortaya atılmıştır. Mellander, kazeinden elde edilen fosforilize peptitlerin, kemikte kalsiyum tutulumunu arttırdığını ifade etmiştir. Pirinç bazlı bebek mamalarının kazeinofosfopeptitlerle (KFP) zenginleştirildiği bir çalışmada, kalsiyum ve çinko emiliminde bir artış olduğu belirtilmiştir (Yerlikaya vd., 2011). KFP'ler çözünür organo fosfat tuzlarından meydana gelebilmekte ve ince bağırsağın uç kısmında kalsiyum çökmesini de sınırlayarak kalsiyum emiliminin artmasına sebep olmaktadır. Negatif yüklenmiş bölge zincirleri (özellikle amino asitlerin fosfat grupları) mineraller için bağlayıcı bölge olmaktadır (Meisel, 1998). KFP'ler kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko ile bağlanmış halde bulunabilmektedir (Clare ve Swaisgood, 2000). Berrocal vd. (1989), fosfor grubu olmayan peptitlerin mineral bağlama özelliğinin olmadığını ifade etmiştir. Halbuki α_{s1} - ve β -kazeinin kimyasal yapısındaki fosfor Ca^{+2} iyonu varlığında stabilitesini ve bağlama kapasitesini artırır (Yoshikawa vd., 1981). Bu peptitler kalsiyum ile çözünür kompleks oluşumuna imkan veren ve çözünmez halde olan kalsiyum fosfat oluşumunu engelleyen yüksek anyonik özelliği nedeniyle daha ileri bir proteolitik saldırıya karşı dirençlidir (Sato vd., 1986; Berrocal vd., 1989).

Peynir olgunlaşması süresince biyolojik aktivite gösteren, çok sayıda peptit meydana gelmektedir. Kazeinofosfopeptitler, Comte ve Cheddar peynirlerinde doğal bileşen olarak bulunabilmektedir (Singh vd., 1997). Ayrıca, peynir olgunlaşması süresine bağlı olarak meydana gelen ikincil proteoliz, diğer biyoaktif peptitlerin oluşumuna yol açmaktadır (Ryhänen vd., 2001). ACE inhibitörü peptitlerin gelişimini inceleyen araştırmacılar peynirin olgunlaşması sırasında biyoaktif peptitlerin konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Gouda tipi peynirde olgunlaşma sürecini takiben en yüksek biyoaktif peptit konsantrasyonu 13. haftada görülmüştür. Ancak olgunlaşma sürecinin devamında biyoaktif peptitlerin konsantrasyonunda bir azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Saito vd. (2000) bazı peynir çeşitlerinde ACE inhibitör aktivitesi üzerinde çalışmış ve en yüksek aktiviteyi 2 yıl olgunlaştırılmış Gouda peynirinde gözlemlemişlerdir. Tanımlanan bu peptitler α_{s1} -kazein (f1–9) ve β -kazein (f60–68) olmak üzere iki peptit ACE inhibitör aktivitesi göstermiştir. Koyun sütünden üretilen Manchego peyniri yalnızca 15 günlük iken düşük ACE inhibitör aktivitesi göstermiştir (Gómez-Ruiz vd., 2002). Finlandiya'da üretilen ve ACE-inhibitör aktivitesine sahip peptitleri içeren düşük yağlı yeni tip bir peynir olan Festivo peyniri,

Lactococcus, *Leuconostoc*, *Propionibacterium*, *Lactobacillus* türlerinin yanında *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. gibi probiyotik suşları da içeren ticari starter kültür karışımları kullanılarak üretilmektedir (Ryhänen vd., 2001). Festivo peynirinde en yüksek ACE inhibitör aktivitesi 13 haftalık olgunlaşma zamanında belirlenmiştir. Bu peynirin içerdiği α_{s1} -kazeinden α_{s1} -kazein (f1-6), (f1-7) ve (f1-9) olmak üzere üç aktif peptit izole edilmiştir. Bu peptitler diğer İskandinav tipi peynirlerin olgunlaşması süresince de meydana gelmektedir (Lund ve Ardö, 2004). Yoğurt ve ekşi süt gibi fermente süt ürünlerinde çeşitli biyoaktif peptitlerin meydana geldiği pek çok çalışmada belirtilmiştir. ACE-inhibitör, immün düzenleyici ve opioid peptitler, yoğurtta ve probiyotik *Lactobacillus casei* ssp. *rhamnosus* suşu ile fermente edilmiş sütlerde bulunmaktadır (Roka vd., 1997). Pek çok çalışmada fermente süt ürünlerinde antihipertansif peptitlerin üretimi için güçlü proteolitik özellik gösteren *Lactobacillus helveticus* suşları kullanılmıştır. Japonya'da Calpis, Finlandiya'da Valio firmalar tarafından geliştirilen Ameal STM ve EvolusTM gibi iki süt ürünü hipotensif özellikteki farklı *L. helveticus* suşu ile fermente edilmektedir (Gobbetti vd., 2004; FitzGerald vd., 2004).

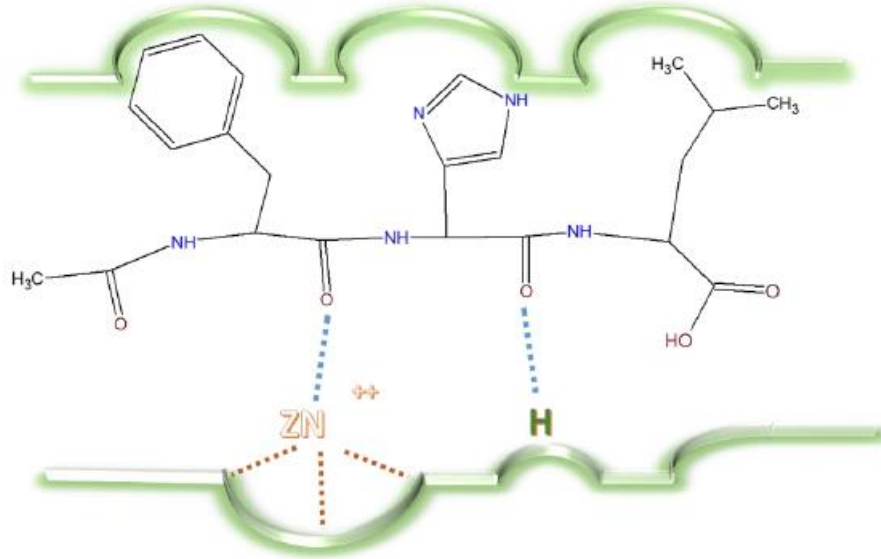
2.3. ACE inhibitörü ve antihipertansif peptitler

Anjiyotensin, iki polipeptit hormonlardan biridir ve kan damarlarının düz kas kasılması ile kan basıncını kontrol ederek vücutta işlev gören güçlü bir vazokonstriktördür (Park, 2009). ACE, bir karboksil-terminal dipeptidil ekzopeptidazdır (EC 3.4.15.1). ACE'nin kan basıncını düzenlemesinin yanı sıra kardiyovasküler fonksiyonlarda da önemli rolü bulunmaktadır. Bu vazokonstrüksiyon ile kan basıncı artışından sorumludur. Şekil 2.3'de ACE'nin kristal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.3. ACE'nin kristal yapısı (Jahangiri vd., 2014)

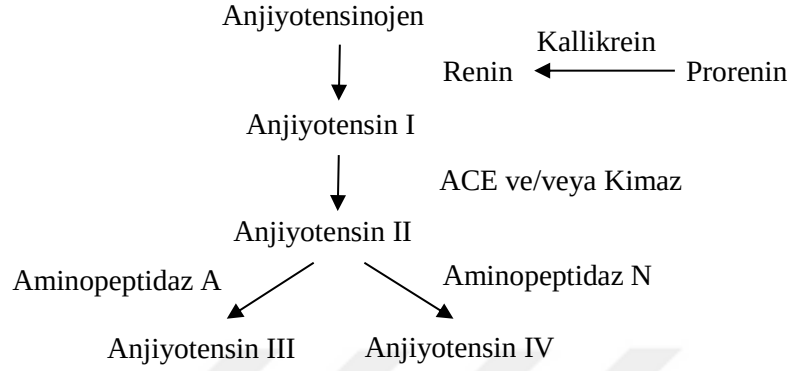
ACE dekapeptit olan anjiyotensin I'in güçlü bir damar daraltıcı özellikteki bir oktapeptit olan anjiyotensin II'ye dönüştürür ve damar genişletici olan bradikinin ve endojen opiyoit peptit olan Met-enkefalini inaktive eder. ACE, anjiyotensin I ve anjiyotensin II vücuttaki sıvıların hacmini düzenleyerek kan basıncını kontrol eden renin-anjiyotensin sisteminin bir parçasıdır. Şekil 2.4'de ACE aktif bölgesinin anjiyotensin (I) ile etkileşim şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.4. ACE aktif bölgesinin anjiyotensin (I) ile etkileşim şeması (Jahangiri vd., 2014)

ACE kan damarlarının iç tabakasındaki hücreler tarafından akciğer ve böbreklerde salgılanır. ACE inhibitörleri anjiotensin II oluşumunu engeller, sistematik

arter ve venleri genişletir ve bradikinin metabolizmasını inhibe eder. Böylece ACE inhibitörleri arteriyel kan basıncında düşüşe yol açar (FitzGerald ve Meisel, 2000; FitzGerald vd., 2004; Erdmann vd., 2008; Ko vd., 2012). Şekil 2.5’de renin-anjiyotensin sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Renin-anjiyotensin sistemi (FitzGerald vd., 2004)

ACE inhibitör aktivitesi olan ve doğal olarak meydana gelen peptitler ilk defa yılan zehrinden elde edilmiştir (Ferreira vd., 1970; Ondetti vd., 1971; Kato ve Suzuki, 1970). Bu ACE önleyicileri çoğu karboksi-terminal Ala-Pro ya da Pro-Pro dizilimine sahip 5-13 amino asit içeren peptitlerdir. Pyr-Trp-Pro-Arg-Pro-Gln-Ile-Pro-Pro dizilimi ile bir nanopeptit olan SQ 20,881 (tetrotid) hipertansiyon olan hayvan modellerinde kan basıncını düşürmede çok etkili olduğu ve son olarak tansiyon problemi olan insanların tedavisinde parental olarak uygulama yapıldığında olumlu sonuçlar alındığı ifade edilmiştir (Engel vd., 1973). Bu durumun ortaya çıkması ile kan basıncı kontrolünde klinik kullanım için peptit bazlı ACE önleyici ilaçlar geliştirilmiştir (Li vd., 2004).

Gıda kaynaklı ACE inhibitör peptitleri ilk kez sindirim proteazları tarafından elde edilmiştir. Daha sonra diğer çoğu ACE inhibitör peptitlerinin farklı gıda proteinlerinin enzimatik hidrolizatlarından elde edilebileceği görülmüştür. Bu gıda kaynaklı protein kaynakları; kazein (FitzGerald ve Meisel, 2000; Ruiz vd., 2004; Gómez-Ruiz vd., 2002; Hernández-Ledesma vd., 2005b; Ong vd., 2007; Otte vd., 2007a; Otte vd., 2007b; Ong ve Shah, 2008; Quirós vd., 2008; Saito, 2008; Miguel vd., 2009; Sánchez-Rivera, 2015), serum proteini (FitzGerald ve Meisel, 2000; Pihlanto-Leppälä vd., 2000; Murakami vd., 2004; Didelot vd., 2006; Otte vd., 2007a,b; Ahn vd., 2009; Ruiz-Giménez vd., 2010; Tavares vd., 2011; Corrons vd., 2012; Ruiz-Giménez vd., 2012), balık proteini (Bougatef vd., 2008; Nasri vd., 2013; García-

Moreno vd., 2015; Wu vd., 2015; Elavarasan vd., 2016; Hayes vd., 2016), yumurta proteini (Yoshii vd., 2001; Miguel vd., 2005; Miguel ve Aleixandre, 2006; Li vd., 2007; Miguel vd., 2007), jelatin (Kim vd., 2001; Zhao vd., 2007; Park vd., 2009; Herregods vd., 2011), buğday proteini (Li vd., 2002; Cian vd., 2015), buğday tohumu (Jia vd., 2010; Qu vd., 2012; Qu vd., 2013), mısır gluten (Suh vd., 2003; Kim vd., 2004; Zhou vd., 2013), soya proteini (Wu ve Ding, 2001; Wu ve Ding, 2002; Kodera ve Nio, 2006), pirinç proteini (Massaretto vd., 2011; Chen vd., 2013; Udenigwe, 2016), barbunya proteini (Mundi vd., 2014), kolza proteini (Marczak vd., 2003; He vd., 2013; Yu vd., 2013), sake (Saito vd., 1994) ve yosun (Suetsuna ve Chen, 2001; Sheih vd., 2009) içerir.

Gıda kaynaklı ACE inhibitörler aktivitesinin yapı ile ilişkisi belirlenememiştir. Ancak ACE'nin, karboksi-terminali tripeptit dizilimi olan yerlere bağlandığı gözlemlenmiştir. Çoğu ACE inhibitörlerin bağlanma bölgesinde hidrofobik amino asitler içerdiği görülmüştür. Gıda kaynaklı potansiyel ACE inhibitörlerinin karboksi-terminalinde prolin amino asitinin yanında lisin ve arjinin amino asitlerinin de olduğu ifade edilmiştir. ACE inhibitör aktivitesinde rol oynayan bu amino asitlerin yan zincir grupları ile pozitif yükün ilişkili olabileceği öne sürülmektedir (Udenigwe ve Aluko, 2012). Ayrıca ACE'nin spesifik bir peptit inhibitörüyle yapının düzenlenmesi de potansiyel antihipertansif etkiye olumlu yönde katkıda bulunmaktadır (FitzGerald ve Meisel, 2000).

Ruiz vd. (2004), gastrointestinal sindirim koşullarında Manchego peynirinden izole edilen peptitlerin ACE-i aktivitesindeki stabilitesini incelemiştir. Çalışmada 11 peptitten VRYL ve KKYNVPQL dizilimlerine sahip iki tanesinin ACE-i aktivitesi gösterme potansiyeli olduğu ve bu peptitlerin IC₅₀ değerlerinin sırasıyla 24.1 ve 77.1 µM olduğu belirtilmiştir. Söz konusu peptitlerin sindirim sonrası ACE-i aktivitesinde azalış olduğu ancak α_{s2}-kazein türevli TQPKTNAIPY dizilimine sahip (f195–204) fraksiyonu sindirim sonrasına göre ACE-i aktivitesinde 6 kat artış olduğu gözlemlenmiş ve diğer peptitlerin ACE-i aktivitesinde önemli bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir.

Pan vd. (2005), yaptıkları deneyde *Lactobacillus helveticus* JCM1004 hücresiz ekstraktı ile sindirilmiş yağsız süt hidrolizatlarında antihipertansif peptitleri incelemiştir. Bu kapsamda *L. helveticus* JCM1004 hücresiz ekstraktın proteinaz, aminopeptidaz ve x-prolil-dipeptidil aminopeptidaz aktiviteleri sırasıyla 513 ± 11.9,

376 ± 9.3 ve 23.6 ± 1.6 birim/g olarak ölçülmüştür. *L. helveticus* JCM1004 hücresiz ekstraktı tarafından üretilen yağı alınmış süt hidrolizatının ACE inhibitör aktivitesi belirlenmiş ve bu aktivite için en uygun pH ve hidroliz süresi sırasıyla 6.5-7.0 ve 6-10 saat olarak saptanmıştır. Yağsız sütün *L. helveticus* JCM1004 ile fermentasyonu sonucu elde edilen ve güçlü bir ACE inhibitör aktivitesi gösteren Val-Pro-Pro ve Ile-Pro-Pro peptitleri elde edilmiştir. Bu peptitlerin IC₅₀ değerleri sırasıyla 9.13±0.21 ve 5.15±0.17 µM olarak bulunmuştur. 8 saat Val-Pro-Pro ve 4 saat Ile-Pro-Pro tek bir mideye entübasyonundan sırasıyla 8 ve 4 saat sonrasında kendiliğinden hipertansif farelerin (KHF) sistolik kan basıncında (SKB) önemli bir azalma (p <0.01) olduğu gözlemlenmiştir.

Quirós vd. (2005), keçi sütü ile üretilmiş kefirlerin potansiyel ACE-i peptitleri incelemişlerdir. Araştırmacılar ACE-i aktivitenin fermentasyon sırasında kazeinlerden düşük molekül ağırlıklı peptitlerin açığa çıkmasına bağlamışlardır. Çalışmada 16 peptitten PYVRYL ve LVYPFTGPIPN dizilimlerine sahip iki tanesinin ACE-i aktivitesi gösterme potansiyeli olduğu belirtilmiştir.

Muguerza vd. (2006), çiğ süttten izole edilen *Enterococcus faecalis* tarafından fermente edilen sütte antihipertansif aktiviteyi araştırmışlardır. Çiğ süttten 231 mikroorganizma izole edilmiş ve izole edilen mikroorganizmalar tarafından fermente edilen sütte ACE-i aktivitesi tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada 46 mikroorganizmanın yüksek ACE-i potansiyeli olduğu ve bunlardan 4 *E. faecalis* suşlarının (IC₅₀=34-59 µg/mL) üreticiler tarafından üzerinde durulduğu bahsedilmiştir. Antihipertansif aktivitenin belirlenmesi için bu mikroorganizmalar tarafından fermente edilen süt ürünlerinden elde edilen serum fraksiyonu tek dozda (5 mg/kg) hipertansif olan ve olmayan farelere uygulanmıştır. Fermente süt hipertansif farelere verildiğinde sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncında (DKB) son derece önemli düşüşler gözlenmişken hipertansif olmayan farelerin SKB ve DKB değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir. Çiğ sütteki doğal mikrobiyal floranın süte antihipertansif aktivite gösteren bir özellik kazandırdığı belirtilmiş ve *E. faecalis* suşları tarafından fermente edilen sütte antihipertansif aktivite Ile-Pro-Pro ve Val-Pro-Pro peptitlerinin varlığıyla ilişkilendirilmiştir.

Chen vd. (2007), sütün proteaz uygulaması ile kolaylaştırılmış laktik fermentasyona tabi tutulması sonucu elde edilen üründe antihipertansif aktivite ve ACE-i peptitlerini araştırmışlardır. Taze az yağlı süt 5 LAB karışımı ile 30 saat 42

°C'de fermentasyona bırakılmış ve fermentasyonun başlangıcından 5 saat sonra Prozyme 6 adında bir proteaz ortalama ilave edilmiştir. Fermentasyon sonrası serum ortamdan alınmıştır ve dondurarak kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Taze süt, 30 saatlik fermentasyon işlemi sonrası proteaz ilavesiz ve ilaveli fermente sütün sırasıyla çözünür protein 30.9, 27.1, 195.9 mg/g; peptit konsantrasyonu 6.40, 22.10, 402.8 mg/g; serbest amino asit 2.80, 4.60, 192.80 mg/g ve ACE inhibisyonu için IC₅₀ değerleri ise 1.18, 0.65, 0.24 mg/mL olarak saptanmıştır. Gly-Thr-Trp ve GIy-Val-Trp dizilimine sahip peptitler ACE-i peptit özelliği göstermiş olup bu peptitlerin IC₅₀ değerleri ise sırasıyla 464.4 ve 240.0 µM olduğu tespit edilmiştir. 30 günlük fermentasyon sonrasında peptit konsantrasyonu 5 mg/mL olacak şekilde seyreltilen fermente süt serumu hipertansif farelere ağız yoluyla verilmiş ve 8 hafta sonunda bu farelerin SKB ve DKB değerlerinin sırasıyla serum uygulaması yapılmadan önceki değerlerine göre 22 mm Hg ve 21.50 mm Hg daha düşük olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışma olarak Tsai vd. (2008) proteaz uygulamasında flavourzyme kullanmışlardır. Çalışmada çözünür protein içeriği 4.9'dan 57.4 mg/g'a, peptit içeriği 2.1'den 32.8 mg/g'a yükselmiş, ACE-i ise IC₅₀ değeri ise 0.708'den 0.266 mg/mL'ye düştüğü tespit edilmiştir. Tyr-Pro-Tyr-Tyr dizilimine sahip peptitin değeri 90.9 µM olduğu belirlenmiştir. Peptit konsantrasyonu 5 mg/mL olacak şekilde seyreltilen fermente süt serumu hipertansif farelere ağız yoluyla verilmiş ve 8 hafta sonunda bu farelerin SKB ve DKB değerlerinin sırasıyla serum uygulaması yapılmadan önceki değerlerine göre 15.9 mm Hg ve 15.6 mm Hg daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Quirós vd. (2007), *E. faecalis* ile fermente edilen sütte yeni antihipertansif peptitlerin tanımlamasını yapmışlardır. Tanımlama işleminde β-kasein bazlı LHLPLP dizilimine sahip (f133–138) fraksiyonu ve LVYFPFGPIPNLSLPQNIPP dizilimine sahip (f58–76) fraksiyonu potansiyel ACE-i peptit olarak belirtilmiş ve bu peptitlerin IC₅₀ değerinin 5 µM kadar düşük değerde olduğu bildirilmiştir. Bu peptitler ağız yoluyla kendiliğinden hipertansif farelere verildiğinde bu peptitlerin özellikle β-kazeinin (f133–138) fraksiyonunun antihipertansif etki gösterdiği ifade edilmiştir. 2 mg/kg konsantrasyonunda bu peptitin hipertansif farelere sırasıyla 4 ve 2 saat uygulama sonrasında SKB (21.87 mm Hg) ve DKB (25.5 mm Hg) değerlerinde azalış olduğu saptanmıştır.

Wang vd. (2010), Cheddar peyniri üretiminde kımızdan izole edilen *Lactobacillus casei* Zhang'ın kullanımı ile ACE-i aktivitesi incelenmiştir. Çalışmada

Lactobacillus casei Zhang'ın ACE-i aktivitesine etkisini belirlemek için kontrol peyniri (*L. casei* Zhang kullanılmamış) ve diğer peynirlerin üretiminde ise %0.1, %1 ve %2 oranında *L. casei* Zhang kullanılmıştır. Peynirlerdeki ACE-i aktivitesi sırasıyla %60.13, %91.45, %85.30 ve %100 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada söz konusu mikroorganizmanın peynir üretiminde kullanımının hipertansiyon tedavisinde iyi bir potansiyel özellik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

2.4. Antioksidan peptitler

İnsan beslenmesinde temel gıda maddelerinden olan süt ve süt ürünleri, çeşitli mekanizmalarla tüketicilerin oksidatif savunmasına katkı sağlamaktadır. Sütün oksidasyon sürecinde tatta bozulmalar ve besin kalitesinde gerileme yaşandığından süt ve süt ürünlerinin oksidatif stabilitesi kayda değer bir öneme sahiptir. Sütün bünyesinde bulunan sistein gibi kükürt içeren amino asitler, fosfat, A ve E vitaminleri, karotenoidler, çinko, selenyum, enzim sistemleri, süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz, süt oligosakaritler ve fermentasyon sırasında süt proteinlerinin hidrolizi ile açığa çıkan biyoaktif peptitler antioksidan aktivite gösterebilmektedir (Khan vd., 2019). Birçok araştırmacı süt ve bazı süt ürünlerinin antioksidan aktivitesini belirlemiştir (Chen vd., 2003; Hernández-Ledesma vd., 2005b; Liu vd., 2005; Zulueta vd., 2007; Smet vd., 2008; Farvin vd., 2010).

Peynir olgunlaşması sırasında proteoliz sonucu kazeinden türetilen çok sayıda peptit açığa çıkmaktadır. Yardımcı kültürlerin kullanımı ile peynirlerde daha fazla peptit açığa çıkar ve bu da proteolitik oranını ve profilini değiştirebilir (Ong vd., 2007). Peynirlerin suda çözünür ekstraktları olgunlaşma esnasında oluşan önemli peptitleri içerir (Kuchroo ve Fox, 1982). Bu peptitlerden biri de antioksidan aktiviteye sahip peptitlerdir. Antioksidan peptitler gıdalarda oksidatif bozulmayı geciktirme veya önleme yeteneğinden dolayı gıda biliminde ilgi görmüştür (Suetsuna vd., 2000; Hernández-Ledesma, vd., 2005a; Pihlanto, 2006). Power vd. (2013), antioksidan aktiviteye sahip pek çok peptitin ticari enzimler kullanılarak sığır süt proteinleri, sütün mayalanması esnasında veya enzimatik hidroliz yoluyla açığa çıktığını ifade etmiştir. Antioksidan peptitlerin, serbest radikallerin oluşumunu inhibe ettiği ayrıca oluşan serbest radikal, hidrojen peroksit ve diğer peroksitleri de süpürme aktivitesinin olduğu tespit edilmiştir (Pihlanto, 2006). Sütten ekstrakte edilen α_{s1} -kazeinin (f144–149) fraksiyonu süperoksitlere karşı radikal süpürme ve 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl

(DPPH*) aktivite (Suetsuna vd., 2000) ve κ -kazeinin (f177–183), (f168–176) ve (f170–176) fraksiyonları DPPH radikal süpürme aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Kudoh vd., 2001; Rival vd., 2001b; Pihlanto 2006).

Hernández-Ledesma vd. (2005b), fermente süttten elde edilen suda çözünür ekstraktlardan RP-HPLC ile aktif fraksiyonları toplamış ve RP-HPLC-tandem kütle spektrometresi ile dizilimleri belirlemişlerdir. Yüksek antioksidan aktivite gösteren belli bir fraksiyonda protein kalıntıları içeren farklı peptitler olduğu ve antioksidan aktiviteye prolin kalıntılarının katkısı olabileceği ifade edilmiştir.

Gómez-Ruiz vd. (2008), sığır sütü kazein fraksiyonlarının (β -, κ - ve α_s -kazeinleri) pepsin, tripsin ve kimotripsin uygulama öncesi ve sonrası hidrolizatların antioksidan aktivitelerini değerlendirmiştir. Tüm fraksiyonlarda hidroliz sonrasında antioksidan aktivitenin yükseldiği ve özellikle κ -kazein fraksiyonunun antioksidan aktivitesinin 3 kat artışı dikkat çekici bir husus olarak değerlendirilmiştir.

Gupta vd. (2009), farklı olgunlaşma zamanlarında yardımcı kültür olmadan (CCC) *Lactobacillus casei* ssp. *casei* 300 (CCA) ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* 22 (CCB) ile hazırlanan Cheddar peynirlerine ait suda çözünür ekstraktların antioksidan özelliklerindeki (ABTS^{•+}, DPPH* ve süperoksit radikal süpürme aktivitesi) değişiklikleri değerlendirmişlerdir. CCA peynirine ait suda çözünür ekstraktın olgunlaşmanın 4. ayına kadar antioksidan aktivitesinde artış olduğu ancak 5. aydan itibaren antioksidan aktivitede azalış meydana geldiği ve olgunlaşma dönemi boyunca antioksidan aktivitesinin hemen hemen aynı kaldığı görülmüştür. Çalışmada Cheddar peyniri yapımında proteolitik aktivitelerinden dolayı yardımcı kültür kullanımının antioksidan aktivitesinde artışına katkı sağladığı ve olgunlaşmanın 5. ayından sonra antioksidan aktivitesindeki azalışı, antioksidan peptitlerin proteolize karşı dirençli olmadığı ifade edilmiştir.

Gupta vd. (2010), HPLC–MS/MS tekniği ile peynirlerde antioksidan aktiviteden sorumlu önemli peptitleri belirlemişlerdir. Çalışmada β -kazeine ait VKEAMAPK diziliminde olan (f98–105) fraksiyonu ve α_{s1} -kazeine ait HIQKEDVPSEER diziliminde olan (f80–90) fraksiyonu antioksidan aktivitesine sahip önemli peptitler olarak saptanmıştır. Benzer bir çalışma olarak Pritchard vd. (2010), üç farklı Avustralya Cheddar peynirlerinin suda çözünür ekstraktlarında antioksidan aktivite olarak DPPH radikali inhibisyonunu değerlendirmişler ve sonuçta tüm peynir

örneklerinde 10 kDa'dan daha büyük bir molekül ağırlığına sahip peptitleri içeren fraksiyonların yüksek DPPH* inhibisyonu gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir.

Aloğlu ve Öner (2011), ticari ve geleneksel yoğurtların suda çözünür ekstraktlarının depolama boyunca antioksidan aktivite gösteren peptitlerinin değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmada ticari yoğurt ekstraktında 7.697 ile 8.739 mM Trolox/g yoğurt ve geleneksel yoğurt ekstraktında ise 10.115 ile 13.182 mM Trolox/g yoğurt ABTS*⁺ yöntemi ile antioksidan değerleri saptanmıştır.

Meira vd. (2012), Brezilya'dan Feta tipi, Roquefort tipi ve Pecorino tipi, Uruguay'dan Pecorino Sardo tipi ve Cerrillano peynir örneklerinin suda çözünür ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. ABTS*⁺ radikalini süpürme aktivitesi Roquefort peynir örneklerinin suda çözünür ekstraktlarında %87 oranında, Feta tipi peynirde ise %32-45 arasında bulunmuştur. ABTS*⁺ ve DPPH* radikallerini süpürme gücü en yüksek Roquefort peynir örneklerinin suda çözünür ekstraktlarında belirlenmiştir.

Bottesini vd. (2013), farklı olgunlaşma zamanlarında Parmigiano-Reggiano peynirinin suda çözünür ekstraktlarının antioksidan aktivitesini belirlemek için ABTS*⁺ radikal süpürücü kapasitesini ölçmüşlerdir. Söz konusu peynirin suda çözünür ekstraktının antioksidan aktivitesi üzerine olgunlaşma süresinin önemli bir etkisinin olmadığı ve gastrointestinal sistemi ile sindirime uğratılan ekstraktların özellikle tirozin, metionin ve triptofan gibi serbest amino asitlerin antioksidan kapasitesinde önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Li vd. (2015b), laktik asit bakterileri ve maya (*D. hansenii* H2) karışımından oluşan kültür ile fermente edilen süttten meydana gelen peptitlerin antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Sadece laktik asit bakterileri ile karşılaştırıldığında, maya karışım kültürü ile fermentasyon boyunca *Streptococcus thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *Lactococcus lactis* mikroorganizmaların sayılarının arttığı, pH'nın azaldığı ve DPPH* radikal ile hidroksil radikal süpürme aktivitesinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Hernández-Galán vd. (2016), yerel Meksika Cotija sert peynirlerinin olgunlaşma boyunca protein olmayan azot (orta ve kısa büyüklükteki peptitleri içerir), asitte çözünen azot (büyük, orta ve kısa büyüklükteki peptitleri içerir) ve %70 etil

alkolde çözünen azot (kısa zincirli peptitleri içerir) fraksiyonlarında antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Olgunlaşmanın ilerlemesi ile antioksidan aktivitede artış olduğu ve en yüksek antioksidan aktivitenin olgunlaşmanın 24. haftasında meydana geldiği gözlemlenmiştir. Çalışmada bu aktivitenin her fraksiyonda mevcut bulunan peptitlerin türleri ile alakalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Homayouni-Tabrizi vd. (2016), deve sütünün sindirim proteazları ile muamele edilmesi sonucu meydana gelen iki peptitin antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada her iki peptitin antioksidan aktivitesinin olduğunu ve molekül ağırlığı 1,78 kDa olan peptitin antioksidan aktivitesinin molekül ağırlığı 13,48 kDa olan peptitinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu iki peptidin sırasıyla IC₅₀ değerleri DPPH* aktivitesi için 0.04 ve 0.02 mg/mL ve ABTS** aktivitesi için 0.05 ve 0.05 mg/mL olarak saptanmıştır.

2.5. Süt Teknolojisinde Mayalar

Mayalar 1680 yılında Hollandalı bilim adamı Antonie van Leeuwenhoek tarafından keşfedilmiştir. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Fransız biyokimyacı Louis Pasteur mayaların şekeri kullanarak etanol ve karbondioksit dönüşümünden sorumlu olduğunu göstermiştir (Pretorius ve van der Weshuizen, 1991). Mayalar, tomurcuklanma veya bölünme ile çoğalan tek hücreli mantarlar olarak tanımlanabilir (Kurtzmann ve Fell, 1998). Ekmek, şarap, bira ve kefir gibi gıdaların geniş bir yelpazede üretimi için binlerce mayaya gereksinim olduğundan, yakın bir tarihte yakıt eldesinde etanol üretimi ve ilaç endüstrisinde biyokimyasal olarak işlev gördüğünden mayalar insan tarafından faydalanılan en önemli mikroorganizmalardır. Ev yapımı starterlerde, meyvelerde, sebzelerde, ekipmanlar üzerinde ve süt gibi her türlü işlenmemiş biyolojik ürünlerde mayaların bulunması kendiliğinden fermantasyonların oluşmasında sorumlu olan bir etmendir. Örneğin, çiğ süt, peynir üretim tesisleri ve peynir yüzeyi maya kontaminasyonu açısından önemli kaynaklardır. Ayrıca Smear peynirlerin olgunlaşması sırasında mayalar, vazgeçilmez mikroorganizmalardır (Fröhlich-Wyder, 2003).

Mayalar fermente süt ve peynirlerde yaygın olarak bulunur. Mayalar düşük pH, düşük su aktivitesi ve yüksek tuz konsantrasyonlarını tolere edebildiklerinden fermente süt ürünlerinin üretimi ve olgunlaşması sırasında gelişimleri iyidir. Fermente süt ürünlerinde mayaların etkili olabilmesi için ya rekabet ortamında yüksek

yoğunluğa ulaşması ya da baskın laktik asit bakterileri ile etkileşim halinde bulunması gerekir (Álvarez-Martín vd., 2008). Mayalar; gaz üretimi, istenmeyen tat oluşumu, renk kusurları, yapışkan yapı oluşumu gibi bozulmalara neden olsa da peynir olgunlaşmasına katkıda bulunma, olgunlaşmayı hızlandırma, bazı süt ürünlerinin doku ve aroma özelliklerini geliştirme, peynir pH'sını yükseltme, etanol, asetaldehit, CO₂, amino asitler ve vitamin gibi bazı metabolitleri oluşturma, metabolizmanın toksik son ürünlerini uzaklaştırma, bazı etkileşimlerde yer alma ve starter kültürleri destekleyerek fermentasyona katkıda bulunma, ürün kalitesinde olumsuz etkiye neden olan bazı mikroorganizmaların çoğalmasını engelleme, organik asitlerin kullanımı yoluyla starter kültürlerin gelişimini destekleme, güçlü proteolitik ve lipolitik aktivitesi nedeniyle süt ürünlerinin lezzet karakteristiğine katkıda bulunma, laktozu fermente etme ve sitrik asit kullanımı gibi önemli fonksiyonları yerine getirmesi nedeniyle süt bazlı ürünlerde oldukça önemli bir rol oynar (Fleet, 1990; Spinnler vd., 2001; Jakobsen vd., 2002; Viljoen vd., 2003; Ferreira ve Viljoen, 2003; Bourrie vd., 2016). Süt ürünlerinde bulunan en yaygın maya türleri; *Candida lusitanae*, *Candida krusei*, *K. lactis*, *D. hansenii*, *Y. lipolytica*, *K. marxianus*, *S. cerevisiae*, *Galactomyces geotrichum*, *Candida zeylanoides* ve farklı *Pichia* türleridir (Jakobsen ve Narvhus 1996; Viljoen 2001; Samelis ve Sofos 2003; Jacques ve Caserogola 2008). Çeşitli peynir türlerinde maya türlerinin belirlenmesi için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Camembert ve mavi damarlı peynirlerde *D. hansenii*, *Candida lipolytica*, *Candida kefyr*, *Candida intermedia*, *S. cerevisiae*, *Cryptococcus albidus* ve *K. marxianus* (Roostita ve Fleet 1996a); Avusturya, Danimarka, Fransa, Almanya ve İtalya'dan çeşitli peynir türlerinde *D. hansenii*, *Galactomyces candidum*, *Issatchenkia orientalis*, *K. lactis*, *K. marxianus*, *S. cerevisiae*, *Y. lipolytica* ve *Candida catenulata* (Prillinger vd., 1999) yaygın olarak bulunan maya türleridir.

Peynir üretiminde, süte enzimatik pıhtılaşmaya öncülük eden ve asit oluşumundan sorumlu olan laktik asit bakterileri inoküle edilir ve böylece laktik asit bakterileri peynirin olgunlaşmasına katkı sağlar. Peynir lezzeti, bazen *Penicillium roquefortii* gibi küf sporları ile inoküle edildiğinde oluşur. Bazı küfle olgunlaştırılan peynirlerde önemli düzeyde maya gelişimi söz konusudur. Bu mayaların genel türleri *K. lactis*, *S. cerevisiae* ve *D. hansenii*'e aittir. Bir Rokfor peynirinin maya popülasyonu 30 gün olgunlaşması sonunda 9 log kob/g hücreye ulaşabilir. İkincil flora olarak,

mayalar böyle peynirlerin lezzet gelişiminde önemli bir rol oynar (Reed ve Nagodawithana, 1991).

Yamauchi vd. (1976), laktik asit bakterileri ve mayalar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bunun için; öncelikle *L. lactis* ssp. *lactis* ve *L. lactis* ssp. *cremoris* kültürlerini ayrı ayrı yağsız süte aşılamışlar ve 25 °C’de adı geçen bakterilerin 10-20 gün içerisinde aktivitelerini kaybettiklerini belirlemişlerdir. Daha sonra bu bakterilerin olduğu ortama *D. hansenii* ilave etmişler ve bakterilerin 30 gün boyunca canlılıklarını sürdürebildiklerini saptanmışlardır. *D. hansenii* içeren her iki ortamda da kazein parçalanmasının daha yoğun gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu verilere dayanarak *D. hansenii*’nin uygun peynir çeşitlerinde, proteolize önemli katkı sağlayabileceğini savunmuşlardır. van den Tempel ve Jakopsen (2000) ve Wyder (2001) yaptıkları çalışmada, *D. hansenii*’nin laktik asit bakterileri ile sinerjik etkide bulunduğunu ve daha güçlü bir proteolize neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin yaşam sürelerini uzattığı da ifade edilmiştir. Bu durumu ise *D. hansenii*’nin bakteriler için spesifik gelişme faktörlerini sentezleyebilmesi ile açıklanmıştır.

Faticenti vd. (1977) ise, Fiore Sardo peynirinden izole edilen 437 maya kültürünün 386 adedinin *D. hansenii* olduğunu, izole edilen bu türün çoğunun proteolitik ve lipolitik özelliklere sahip olduğu ve bu nedenle *D. hansenii*’nin peynir üretiminde bakteri kültürleri ile beraber kullanılmasının, peynir olgunlaşmasına katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

Ashenafi (1989), Cottage benzeri geleneksel Etiyopya peyniri olan Ayib peynirinden 248 adet maya izole etmiştir. İzole edilen mayaların %46.9’unun proteolitik özellikte olduğu, tüm mayaların ise lipolitik aktivite gösterdikleri bildirilmiştir. Araştırmacı proteolitik ve lipolitik özellikteki bu mayaların, Ayib peynirinin lezzetini ve kalitesini arttırabileceğini belirtmiştir.

Kaminarides ve Laskos (1992), 6 büyük işletmeden elde ettiği 18 salamura Feta peynirinde bulunan maya florasını araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında 180 maya izole edilmiş ve bu mayaların 64 ’ünün *S. cerevisiae* olduğu tespit edilmiştir. Feta peynirlerinde bulunan mayaların koruyucu işlev gördüğü ayrıca son ürünün kimyasal ve organoleptik özelliklerinde önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Roostita (1994), Camembert, Edam ve Mozzarella peynirlerinden izole ettiği mayalar içerisinde en sık rastlanan türlerin *D. hansenii*, *Y. lipolytica* ve *K. marxianus* olduğunu ifade etmiştir. *Y. lipolytica*'nın *D. hansenii*'ye kıyasla protein ve yağı daha iyi parçaladığı belirlenmiştir. Laktoz, *K. marxianus* tarafından tamamen, sitrat ise kısmen kullanılmıştır. Mayanın gelişimi esnasında etanol, gliserol, laktik asit ve propionik asit ürettiğı tespit edilmiştir.

Tzanetakis vd. (1996), Feta peynirinin yüzey mikroflorasına ait mayaları izole etmişler, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini inceleyerek 188 adet maya tanımlamışlardır. Araştırmada maya florasına en hakim tür *S. cerevisiae* olarak bildirilmiş, bu türü *D. hansenii* izlemiştir. İzole edilen mayaların % 7.5 ve % 15 tuz içeren ortamlarda gelişimi incelendiğinde; tuza en dayanıklı maya türlerinin yine *S. cerevisiae* ve *D. hansenii* olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, Feta peyniri yüzeyinde gelişen mayaların enzim profillerinden elde edilen sonuçlara göre; özellikle aminopeptidaz ve esteraz aktivitelerinin peynir olgunlaşmasında önemli rol üstlenebileceğini belirtmişlerdir.

Praphailong ve Fleet (1997), aralarında *D. hansenii*, *Y. lipolytica* ve *K. marxianus*'un da bulunduğu, gıda kaynaklı 30 maya türünün gelişimi üzerine pH'nın ve tuz konsantrasyonunun etkisini incelemişlerdir. Söz konusu mayaların 2-8 pH aralığında gelişebildiğı saptanmıştır. *D. hansenii*'nin %15 tuz içeren ortamda dahi canlı kalabildiğı, tuza hassas maya olarak belirlenen, *K. marxianus*'un %7.5-10 tuz varlığında gelişemediğı bildirilmiştir. *D. hansenii* ve *Y. lipolytica*'nın ortam pH'sının 5-7 olduğu durumlarda, tuza karşı maksimum direnç gösterdikleri belirlenmiştir.

Westall ve Filtenborg (1998), üç farklı işletmeden (A, B ve C) gelen Feta peynirlerinin maya içeriğini incelemişlerdir. Hemen hemen tüm örneklerde 4-6 log kob/g arasında önemli sayıda maya içeriğı tespit edilmiş olmasına rağmen, belirli bir maya florası bulunmuştur. *Torulaspora delbrueckii*'nin A işletmesinden gelen Feta peynirlerinde baskın maya türü olduğu ve bu mayanın peynir ambalaj materyalinin şişmesine neden olduğu ifade edilmiştir. *D. hansenii*, *Candida sake* ve *K. marxianus*'un B işletmesinden gelen Feta peynirlerinde baskın maya türleri olduğu ve *Candida butyri* ve *D. hansenii*'nin ise C işletmesinden gelen Feta peynirlerinde baskın maya türleri olduğu belirlenmiştir. *Y. lipolytica* üç peynir işletmesinden gelen

örneklerde düşük sayılarda olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar kontaminasyon nedeniyle mayaların peynirlerde yüksek sayıda bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Roostita ve Fleet (1999), çeşitli peynirlerden izole ettikleri 26 maya türünün, %15 ve/veya daha az tuz, sitrik, laktik ve asetik asit içeren ortamlardaki gelişimlerini incelemişlerdir. Tuz, sitrik ve laktik asit içeren ortamlarda en güçlü gelişme *D. hansenii* tarafından gerçekleşmiştir. *Y. lipolytica* ve *K. marxianus* için daha zayıf bir gelişme olduğu bildirilmiştir. Ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla gelişmenin ters orantılı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Bintsis vd. (2000), 60 günlük olgunlaşma periyodu boyunca Yunan Feta peynirinin salamura mikroflorasını incelemişlerdir. En sık izole edilen maya türünün *D. hansenii* olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, hem laktobasillerin hem de mayaların yağ ve proteini parçalayabilen enzim sistemlerine sahip olduklarını ve ikincil mikrofloranın Feta peynirinin olgunlaşmasında önemli bir rol üstlendiğini ifade etmişlerdir.

Pereira-Dias vd. (2000), Portekiz çığ koyun sütü kullanılarak yapılan peynirden izole edilen maya florasının karakterizasyonunu incelemişlerdir. Gram peynir başına logaritmik maya sayısı 2.7 ile 6.4 arası değişmiş ve olgunlaşmanın 30. gününde bu sayı daha da artış göstermiş, ancak olgunlaşma devam ettikçe maya sayısı azalmış ve olgunlaşmanın sonuna kadar bu azalış devam etmiştir. Peynir pıhtısından 344 maya izole edilmiş ve olgunlaşmanın 60 gün devam ettiği belirlenmiştir. Proteoliz aktivitesi toplam maya popülasyonunun %12'sinde gözlenmiş iken esteraz aktivitesinin ise hemen hemen tüm izolatlarda (%98) olduğu tespit edilmiştir. İzole edilen mayalarda *D. hansenii* ve *Candida intermedia* türleri yaygın olarak bulunmuştur. Olgunlaşma dönemi sonunda pıhtıda bu iki maya türünün %9'dan %86'ya yükseldiği gözlemlenmiştir.

Corsetti vd. (2001)'nin yaptıkları bir derlemede olgunlaşmanın başlangıcında Limburger, Taleggio, Brick, Münster ve Saint-Paulin gibi smear yüzey olgunlaşmış peynirler ile Camembert ve Brie gibi yüzeyden küfle olgunlaşmış peynirlerin bakteriyal mikroflorasının benzer olabileceği ifade edilmiştir. Ancak olgunlaşmanın sonlarına doğru sırasıyla *Brevibacterium* spp., *Arthrobacter* spp., *Micrococcus* spp., *Corynebacterium* spp. ve *Penicillium camemberti* gibi küflerin baskın olan mikroorganizmalar olduğu belirtilmiştir. Smear yüzey olgunlaşmış peynirlerde

Candida spp., *Cryptococcus* spp., *Debaryomyces* spp., *Geotrichum candidum*, *Pichia* spp., *Rhodotorula* spp., *Saccharomyces* spp. ve *Y. lipolytica* gibi mayalar genellikle izole edilmiş olup, bakteri ve küfler arasında önemli etkileşimler gözlemlenmiştir.

Fadda vd. (2001), iki farklı Sardunya işletmesinden (A ve B) elde ettiği Feta peynirlerinde maya popülasyonunun araştırmışlardır. A işletmesinde örneklerin %95.2'sinde *K. lactis*'in baskın maya türü olduğu, devamında %76.2 oranında *D. hansenii*, %28.6 oranında *Dekkera anomala* ve %19 oranında *Dek. bruxellensis* örneklerdeki baskın türler olduğu ifade edilmiştir. B işletmesinde örneklerin %93'ünde *D. hansenii* baskın maya türü olduğu, devamında %23.3 oranında *K. lactis*, %23.3 oranında *Geotrichum candidum* ve %18.6 oranında *Dek. anomala* örneklerdeki baskın türler olduğu ifade edilmiştir.

Gardini vd. (2006), Güney İtalya bölgesinde geleneksel bir peynir olan Pecorino Crotonese peynirinin olgunlaşmasında maya türlerinin teknolojik özelliklerini araştırmışlardır. Peynir örnekleri salamuraya konulduktan 5 saat sonra yüksek maya miktarına (yaklaşık 5 log kob/g) ulaştığı ve bu konsantrasyonun olgunlaşma sırasında sabit kaldığı kaydedilmiştir. Söz konusu peynirin olgunlaşma başlangıcında *K. lactis* ve *S. cerevisiae* maya türleri izole edilmiş ve olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde *Y. lipolytica* ve *D. hansenii* maya türlerinin baskın olduğu belirtilmiştir. *D. hansenii*'nin yüksek tuz konsantrasyonlarına dayanıklı suşlarının olduğu ve %10 NaCl varlığında laktoz ve galaktozu sindirme yeteneğini koruduğu ifade edilmiştir. Ayrıca *Y. lipolytica*'nın neredeyse tüm suşlarının %7.5 NaCl konsantrasyonuna kadar sitrat ve laktatı sindirebildiği belirtilmiştir. Aynı zamanda yüksek proteolitik ve lipolitik aktivitesi olan *Y. lipolytica* izolatlarının, kahverengi pigment üreten tirozini metabolize etme yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir.

Szołtysik vd. (2013), *Y. lipolytica* ile aşılansız peynirlerin biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini araştırmışlardır. Polonya 'Rokpol' küflü peynirinden izole edilen *Y. lipolytica* JII1c maya suşu, bir Hollanda-tipi peynir üretiminde yardımcı kültür olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada peynirlerin mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine söz konusu mayanın etkisi değerlendirilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan süte 5 log kob/mL maya hücreleri ile aşılanmıştır. Olgunlaşma sürecinde, maya olgunlaşmanın altıncı haftasında maksimum seviyeye ulaşmış (7.9 log kob/g) olmasına rağmen laktik asit bakterilerinin sayısı olgunlaşmanın dördüncü haftasına

kadar artış göstermiş ve ardından her iki gruptaki mikroorganizma sayısında azalış olduğu belirtilmiştir. Olgunlaşmanın 8. haftasında, maya ile aşılanmış peynirlerin pH değeri kontrol peynir örneğine (bu mikroorganizmalar olmadan üretilen) göre anlamlı derecede yüksek olduğu ve sırasıyla 6.37 ve 5.47, seviyelerine ulaştığı saptanmıştır. Ayrıca maya ile aşılanmış peynir örneklerinin suda çözünür azot ve serbest amino grupları konsantrasyonunun kontrol örneğinden iki kat yüksek olduğu belirtilmiştir.

Tabanelli vd. (2016), sorbik asit ilave edilmiş fermente sütte fonksiyonel maya *K. marxianus* B0399'un canlı kalmasını değerlendirmişlerdir. Maya dozunu (125 gramında 20 milyon canlı hücre) belirlemek için 30 gün boyunca ürün kalitesi ve kararlılığını etkileyen maya gelişiminde sorbik asit kullanımından kaçınarak yoğurtta maya canlılığı araştırılmıştır. En iyi maya ve sorbik asit konsantrasyonu kombinasyonunu bulmak için 13 farklı kombinasyon test edilmiş ve daha sonra endüstriyel üretim için bu kombinasyonlardan 2 tanesi seçilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda etkili doz uygulaması (30 milyon canlı hücre, 150 mg/kg sorbik asit) 4 ve 6 °C'de yapılmış ve daha yüksek dozajlarda (70 milyon canlı hücre, 250 mg/kg sorbik asit) sıcaklığın önemli bir etkisi olmadığı kanıtlanmıştır. Çalışmada sorbik asit konsantrasyonunun mikrobiyal metabolizmayı etkilenmediği ve tüm raf ömrü boyunca stabil kaldığı belirtilmiştir.

2.6. Peynirde Aroma

Mayaların olgunlaşma sürecine başlıca katkısı; özellikle ortam pH'sını azaltan laktik asidi kullanarak bakteriyel gelişmeyi desteklemek ve olgunlaşmanın ikinci kademesini başlatmaktır. Mayaların olgunlaşma süresince peynir pH'sında meydana getirdiği bu değişiklik sadece laktik asit kullanımı ile ilgili olmayıp, proteolizden kaynaklanan alkali metabolizma ürünlerinin de katkısı bulunmaktadır (Jakopsen ve Narvhus, 1996; Welthagen ve Viljoen, 1998; Wyder vd., 1999; Suzzi vd., 2001; Lanciotti vd., 2005).

Y. lipolytica biyokimyasal aktivitesi, aromatik bileşikler ve/veya metil ketonlar, alkoller, laktonlar ve esterler gibi aroma maddeleri oluşumuna öncü bileşikler üretebilmesi nedeniyle, peynirin duyuşal özellikleri yönünden önemli role sahiptir (Suzzi vd., 2001).

Peynir telemeleri ile yapılan çalışmalarda, *D. hansenii*'nin pH'yı önemli ölçüde artırdığı ve yüksek proteolitik aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca söz konusu mayanın peynir aromasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Wyder ve Puhan, 1999).

Laktozu ve bir çok şekeri fermente etme yeteneğinde olan *K. marxianus*, laktoz fermantasyonu sırasında CO₂ oluşumu yanında etanol ve asetaldehit gibi aroma bileşiklerini meydana getirir (Wyder ve Puhan, 1999; Dahl vd., 2000; Romano vd., 2001). Peynir olgunlaşması sırasında denatüre olan proteinler *K. marxianus*'un proteinazları tarafından daha küçük peptidlere hidrolize olmaktadır (Joan ve Bennie, 1998). *K. lactis* ve *K. marxianus*'un özellikle ester bileşiklerinin oluşumundan sorumlu olduğu tespit edilmiştir (Martin vd., 2001; Leclercq-Perlat vd., 2004). *D. hansenii* ve *Y. lipolytica* hem proteolitik hem de lipolitik aktiviteye sahip olduklarından starter kültürlerin çoğalması ve peynir olgunlaşması üzerine olumlu katkıda bulunduklarından dolayı söz konusu mayaların peynir üretiminde kullanılmaları uygundur (van den Tempel ve Jacobsen, 2000; Guerzoni vd., 2001; Ferreira ve Viljoen, 2003). Feta peyniri üzerine yapılan bir çalışmada, çeşitli aroma maddeleri incelenmiş ve maya türlerinin 2,3-butandiol (McSweeney ve Sousa 2000), 1-butanol, 1-heptanol, heksanal ve nonanal (Bintsis ve Robinson 2004; Kesenkaş ve Akbulut, 2006) gibi aroma maddelerinin oluşumunu artırdığı belirtilmiştir.

Martin vd. (1999), *G. candidum*'a ait üç maya türü (*Y. lipolytica*, *D. hansenii*, *K. lactis* ve beş türe ait dört farklı bakterinin (*Corynebacterium glutamicum*, *Brevibacterium linens*, *Staphylococcus lentus* ve *Arthrobacter globiformis*) eşleştirilmesi sonucu elde ettikleri 39 farklı kültür kombinasyonunu, laktik peynir telemesine aşılayarak, 12 °C'de 21 gün inkübe etmişler ve duyuşal değerlendirme ile örneklerin koku özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışmada mayalar 4 log kob/mL, bakteri ve *G. candidum* ise 6 log kob/mL oranında inoküle edilmiştir. Mayaların bakteriler ile birlikte kullanılmasıyla, spesifik meyve kokusunun arttığı bildirilmiş, meyve ve peynir kokusu arasındaki dengenin en iyi *Y. lipolytica* ile yapılan kombinasyonlarda sağlandığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun; 1) *Y. lipolytica*'nın *D. hansenii* ve *K. lactis*'ten daha fazla peynir lezzetini destekleyen uçucu bileşik oluşturduğuna, 2) *Y. lipolytica*'nın *D. hansenii* ve *K. lactis*'ten daha az meyvemsi uçucu bileşik ürettiğine ve bakteri kaynaklı aroma ile bunların maskelendiğine ve 3) çalışmada kullanılan bakterilerin *Y. lipolytica* gibi mayalarla birlikte aşılandıklarında, aroma maddeleri oluşturma yeteneklerini artırmış olabileceği şeklinde ifade etmiştir.

Wyder ve Puhan (1999), yüzeyi olgunlaştırılan üç tip peynirden (Tete de Moine, Münster, Limburger) izole ettikleri, aralarında *Y. lipolytica*, *D. hansenii* ve *K. marxianus*'un da yer aldığı 12 mayanın, peynir olgunlaşmasındaki rolünü incelemişlerdir. *D. hansenii*'nin kullanıldığı telemede diğer iki mayaya kıyasla, kontrol örneğine göre olgunlaşma sonundaki pH değeri farkı en fazla tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumu *D. hansenii*'nin laktik asidi daha iyi kullanabilmesi ile açıklamışlardır. Her üç maya da kontrol örneğine kıyasla suda eriyen azot oranlarını arttırmış, *Y. lipolytica*'nın kullanıldığı telemede olgunlaşma indeksindeki bu artış %100'ün üzerine çıkmıştır. *Y. lipolytica*'nın protein olmayan azot oranlarını da diğer mayalara göre daha fazla arttırdığı bildirilmiştir. Araştırmacılar *Y. lipolytica*'nın proteolitik aktivitesi yanında peptidaz aktivitesinin de yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Hansen vd. (2001), diğer *S. cerevisiae* suşlarına oranla daha proteolitik ve tuza dayanıklı *S. cerevisiae* FB7'nin, Danimarka'ya özgü Gorgonzola tipi bir peynir olan Mycella üretiminde kullanımı üzerine çalışmışlardır. Maya ilave edilen peynirlerde ana kültür *P. roqueforti*'nin gelişiminin desteklendiği ve bunun sonucu olarak kontrol örneğine kıyasla daha iyi tat ve daha yüksek miktarda aroma bileşikler tespit edildiği bildirilmiştir.

Martin vd. (2001), peynir olgunlaşması sırasında bakteri ve mayaların aroma bileşikler oluşumuna katkılarını, peynir telemesine yapılan saf veya karışık kültür aşılamalarıyla incelemişlerdir. Çalışmada maya olarak *Y. lipolytica*, *D. hansenii* ve *K. lactis* kullanılmış ve her maya peynir ortamına 10^4 kob/mL oranında ilave edilmiştir. Dinamik tepe boşluğu (headspace) gaz kromatografisi kütle spektrofotometresi kullanılarak 24 uçucu bileşik (alkol, aldehit, ester, sülfid ve terpenler) tespit edilmiştir. Araştırmacılar bakteri ve mayaların farklı aroma bileşikler oluşturma özelliğine sahip olduğunu, özellikle *K. lactis*'in hem tek hem de karışık olarak aşılandığında, üründe meyvemsi tat meydana getirdiği, yüksek miktarda alkol, aldehit ve ester oluşturduğu bildirilmiştir.

Spinnler vd. (2001), peynir olgunlaşmasında teknolojik önemi olan 5 mayanın (*Geotrichum candidum*, *Y. lipolytica*, *K. lactis*, *D. hansenii* ve *S. cerevisiae*) ve hücre ekstraktlarında iki enzim (L-metionin-transaminaz ve L-metionin-demetiolaz) aktivitesinin uçucu kükürt bileşikler oluşturma yeteneklerini incelemişlerdir. Bu mayalar bir biyosentetik öncü ile takviye edilmiş sentetik kültür ortamı içerisinde

yetiştirilmiştir. Söz konusu mayalar tarafından üretilen başlıca sülfür bileşiklerinin S-ethylmethionine ile dimetilsülfid (DMS) olduğu belirtilmiştir. Hücre ekstraktı enzimlerinin de uçucu kükürt bileşikleri oluşturmada önemli bir katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

Martin vd. (2002), yüzeyi olgunlaştırılan peynir üretiminde bakteri ve mayalardan oluşan kültür kombinasyonlarını kullanarak, peynirlerin duyusal özellikleri ve uçucu lezzet bileşikleri arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. Araştırmacılar *D. hansenii* ve *K. lactis* ile aşılaman peynirlerde yüksek etil esterleri ve çeşitli alkollerden kaynaklanan, güçlü meyvemsi kokunun meydana geldiğini, *Y. lipolytica* ve *G. candidum* içeren örneklerde ise sülfür bileşikleri sebebiyle peynirlerde peynirimsi kokunun hakim olduğunu bildirmişlerdir.

Ferreira ve Viljoen (2003), *D. hansenii* ve *Y. lipolytica* maya türlerini Cheddar peyniri üretiminde laktik asit bakterileri (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *L. lactis* ssp. *cremoris* ve *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*) ile beraber kullanmışlardır. Araştırmacılar söz konusu mayaları ayrı ayrı kullandıkları gibi beraber aşılayarak, kontrol örneği de dahil dört farklı Cheddar peyniri üretmişlerdir. Kontrol örneği ile kıyaslandığında diğer üç denemede de laktik asit bakteri sayıları daha yüksek çıkmış ve 6 aylık olgunlaşma boyunca 7 log kob/g altına düşmemiştir. Araştırmacılar mayaların kullanıldığı peynirlerde laktik asit miktarının daha yüksek çıkmasının nedenini maya metabolitlerinin laktik asit bakterilerinin aktivitesini arttırdığı şeklinde açıklamışlardır. pH değerleri arasında ise önemli farklılıklar bildirilmemiştir. Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda tek başına *D. hansenii* veya *Y. lipolytica* ilave edilen örneklerde olgunlaşmanın 2. ayından itibaren güçlü Cheddar peyniri tadı yanında meyvemsi tat da belirlenmiş ve meyvemsi tat olgunlaşma sonuna kadar algılanmıştır. Buna rağmen her iki mayanın birlikte ilave edildiği peynirlerde meyvemsi tat algılanmamış ve kontrol örneğine oranla daha fazla Cheddar tadı hissedilmiştir.

Fadda vd. (2004), 9 aylık olgunlaşma periyodu boyunca Fiore Sardo peynirinin maya florasını incelemişlerdir. Araştırmacılar, izole ettikleri *D. hansenii* türlerinin tümünün laktatı, çoğunun sitratı (%89.5) kullandığını bildirmişlerdir. *D. hansenii*'nin biyokimyasal özellikleri bakımından Fiore Sardo peynirinin lezzet ve aromasına, özellikle olgunlaşmanın 1. ayından sonra önemli katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Bintsis ve Robinson (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, *D. hansenii* ve *Y. lipolytica* Feta peyniri üretiminde kullanılmıştır. Araştırmacılar kontrol örneğinin yanında, Feta salamurasından izole ettikleri mayaların da yer aldığı; *Lb. paracasei* ssp. *paracasei*, *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* + *D. hansenii*, *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* + *Y. lipolytica* kültür kombinasyonlarını peynir salamurasına aşılayarak dört farklı Feta peyniri üretmişler ve 60 günlük olgunlaşma periyodu sonunda *Y. lipolytica*'nın kullanıldığı peynirde diğer örneklerle kıyasla yumuşak tekstür gözlenmiş ve araştırmacılar bu durumun *Y. lipolytica*'nın yüksek proteolitik aktivitesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu grupta aynı zamanda en yüksek serbest amino asit içeriği tespit edilmiştir. Araştırmada toplam 15 alkol, 10 aldehit, 7 keton ve 3 ester tayin saptanmış, en yüksek konsantrasyona sahip uçucu bileşiklerin tamamına yakını *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* + *D. hansenii*'nin kullanıldığı peynirde saptanmıştır.

Wit vd. (2005), *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *cremoris* ve *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* 'dan oluşan starter kültür yardımıyla Cheddar peyniri (kontrol) ve starter kültür ile hem ayrı hem de birlikte maya inoküle edilmiş (*D. hansenii* ve *Y. lipolytica*) Cheddar peynirinde olgunlaşma sırasında proteoliz ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada her iki maya ayrı ayrı starter kültür ile birlikte üretime dahil edilmiş ve mayanın bulunduğu örnekte özellikle olgunlaşmanın 120 ile 180. günlerinde proteoliz üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirtilmiştir. α_{s1} -Kazein ve β -kazeinin proteolitik aktiviteden sonra suda çözünen ve çözünmeyen peptitlerin ve serbest amino asitlerin profilinde farklılıklar saptanmıştır. Maya inoküle edilen peynirde kazein türevli molekül ağırlığı 525.88, 594.34 ve 703.84 olan üç peptit tespit edilmiş ve yüksek miktarda serbes amino asit saptanmıştır. Çalışmada Gly ile Thr amino asitlerin aromaya katkıda bulunduğunu diğer amino asitlerin ise duyuşal açıdan nötr olduğuna değinilmiştir. Cheddar peyniri üretiminde *D. hansenii* ve *Y. lipolytica*'nın lezzet gelişimini arttırması ve olgunlaşmayı hızlandırma özelliklerinden dolayı yardımcı kültür olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kagkli vd. (2006), Smear olgunlaşmış peynirlerden sık sık izole edilen *K. lactis*, *K. marxianus* ve *S. cerevisiae* türü mayaların peynir ortamında gelişmesi, asitliği gidermesi ile L-metiyonin parçalanması yoluyla uçucu kükürt bileşiklerini oluşturma yeteneklerini değerlendirmişlerdir. *Kluyveromyces*'in *S. cerevisiae*'dan daha fazla miktar ve çeşitte uçucu kükürt bileşiklerini oluşturduğu belirlenmiştir. Bu

farklılık, bu iki maya cinslerinin farklı metabolik yol izlediğinin bir göstergesi olduğu kabul edilmiştir.

Kesenkaş ve Akbulut (2006), Beyaz peynirdeki aroma bileşikleri üzerine yardımcı kültür olarak kullanılan bazı mayaların etkilerini değerlendirmişlerdir. Üretimde kullanılan peynir kültürüne (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ek olarak, peynir teknelerinin her birine ayrı ayrı *Y. lipolytica*, *D. hansenii* ve *K. marxianus* türü mayalar yardımcı kültür olarak aşılanmış ve kontrol örneği de dahil olmak üzere 4 farklı Beyaz peynir üretilmiştir. 90 gün süren olgunlaşma boyunca örneklerdeki uçucu aroma bileşikleri saptanmıştır. Araştırmada salamura Beyaz peynirlerde depolama süresince 6 alkol, 6 aldehit, 5 keton ve 9 hidrokarbon olmak üzere toplam 26 farklı bileşik tespit edilmiştir. Özellikle *Y. lipolytica* ve *D. hansenii*'nin peynir ortamında aldehitlerin ve metil ketonların oluşmasında etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Sørensen vd. (2011), peynir yüzeyinde mayalar ile (*Y. lipolytica* CBS 2075, *S. cerevisiae* D7 ve *D. hansenii* D18335) basit bir peynir modeli oluşturmuş ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi dinamik tepe boşluğu ile peynirde aroma maddelerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada 56 aroma bileşiği belirlenmiş ve *Y. lipolytica* CBS 2075'in öncelikle sülfürler, furan ve kısa zincirli ketonlar; *S. cerevisiae* D7'nin ester bileşikleri ve *D. hansenii* D18335'nin ise esas olarak dallanmış zincirli aldehit ve alkollerin oluşumundan sorumlu olduğu saptanmıştır. Benzer bir çalışma olarak Gori vd. (2012), basit bir peynir modeli geliştirmiş ve peynir yüzeyinde 12 tane *D. hansenii* suşlarının oluşturduğu aroma maddelerini gaz kromatografisi-kütle spektrometresi dinamik tepe boşluğu ile incelemişlerdir. Bu çalışmada *D. hansenii*'nin esas olarak dallanmış zincirli aldehit ve alkoller olmak üzere önemli peynir aroma bileşikleri oluşturduğu doğrulanmış ve bu nedenle nihai peynir aroması için önemli olduğu ifade edilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan *D. hansenii* suşlarının oluşturduğu aldehit (2-metilpropanal, 3- metilbutanol) ve alkollerin (2-metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol, 3-metil-3-büten-1-ol) miktarında önemli ölçüde farklılık gözlemlenmiş olup alkoller (2-metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol ve 3-metil-3-büten-1-ol) ve aldehitlerin (2-metilpropanal, 3- metilbutanol) algılanma eşik değerlerden daha yüksek konsantrasyonlarda üretildiği saptanmıştır. Bu nedenle peynir aroma bileşikleri arasında alkollerin daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Padilla vd. (2014), geleneksel koyun ve keçi peynirlerinin tipik aroması üzerine süt mayaların (*D. hansenii*, *K. lactis* ve *K. marxianus* suşları) potansiyel etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada en düşük uçucu bileşen seviyesinde *D. hansenii* içeren peynir olup *K.* suşları öncelikle alkoller ve esterleri ürettiği belirtilmiştir. *K. lactis* suşları keton, etil asetat ve sekonder alkollerin oluşumunda ve *K. marxianus* suşları asit, etil dekanoat, 1-propanol ve benzaldehid oluşumunda etkili olduğu belirtilmiştir.

Fasoli vd. (2015), sınırlı oksijen varlığında çiğ sütten elde edilen peynir ve Ricotto peynir serumunda gelişim kapasitesinin ve uçucu bileşikler üretiminin saptanması için Pecorino di Farindola peyniri (39 adet), Parmigiano Reggiano peyniri (3 adet), fermente süt (1 adet) ve inek süt serumundan (3 adet) izole edilen 12 *K. marxianus* suşu seçmişlerdir. Gelişim sonrası saptanan uçucu bileşikler alkoller, asitler, esterler, ketonlar ve aldehidlerdir. Etanol her iki serumda en çok bulunan bileşik olarak saptanmıştır. Ricotto peynir serumunda söz konusu olan suşlar aşılandığında aldehid ve diğer minör bileşenlerin oluştuğu, çiğ sütten elde edilen peynir serumunda ise ester, bütanoik, dekanoik ve oktanoik asitlerin hem nicel hem de nitel olarak daha fazla oluştuğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Araştırmada kullanılan inek sütü Dutpınar Gıda Tic. San. Ltd. Şti.'den (Malatya) temin edilmiştir. Peynir üretiminde sabah sağımı taze ve 4 °C' de muhafaza edilmekte olan inek sütü kullanılmıştır. Süt, sağımı takip eden ilk 3 saat içerisinde peynire işlenmiştir.

3.1.2. Starter bakteriler

Peynir üretiminde kültür olarak *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* (CM 102) 20 U kuvvetinde karışık peynir kültürü ana kültür olarak kullanılmıştır. Peynir kültürü Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İstanbul) firmasından sağlanmıştır. Starter kültürler, bir gece önceden yağsız steril sütte (Pınar Süt Mamulleri Sanayi A.Ş., İzmir) 37 °C'de inkübasyona bırakılarak aktive edilmiştir. Aktive edilmiş starter kültürler peynire işlenecek süte %1 (v/v) oranında ilave edilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan laktik asit bakteri sayısı ortalama 8.13 ± 0.15 log kob/mL, pH'sı ise 4.39 ± 0.12 olduğu tespit edilmiştir.

3.1.3. Pıhtılaştırıcı enzim

Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzim, kimozin 1/16000 mcu/mL kuvvetinde olup Mayasan Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (İstanbul) firmasından sağlanmıştır. Peynir işlenecek süte maya kuvveti testi yapıp, sütü 75 dk'da pıhtılaştıracak miktardaki maya 1/10 oranında saf su ile sulandırıldıktan sonra süte ilave edilmiştir.

3.1.4. Maya kültürleri

Araştırmada National Collection of Yeast Cultures (Norwich, UK) tarafından sağlanan sırasıyla tereyağı, fermente krema, fermente ürün ve peynirden izole edilen *Y. lipolytica* NCYC 376, *S. cerevisiae* NCYC 167, *D. hansenii* NCYC 2572, *K. marxianus* NCYC 179 maya türleri peynir üretiminde kültür olarak kullanılmıştır. Maya kültürlerinin aktivasyonu YM Broth ortamında 25 °C'de 4 gün inkübasyona bırakılarak sağlanmıştır. Aktif olan maya kültürleri bir gece öncesinden yağsız süt ortamına alınıp 4 °C'de bekletilmiş ve üretime kadar muhafaza edilmiştir. Peynir üretiminde kullanılmadan önce kültürlerin mL'sindeki maya sayıları, Thoma lamı ile

tespit edilmiştir (Turgay, 2010). Peynir üretimlerinde kullanılan maya kültürlerinin mikroorganizma sayıları (log kob/mL) Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Peynir üretimlerinde kullanılan maya kültürlerinin sayıları

Maya türü	Eklenen maya sayısı (log kob/mL)
YL	5.15±0.12
SC	5.09±0.07
DH	5.19±0.09
KM	5.22±0.07

3.1.5. Kalsiyum klorür (CaCl₂)

Food Grade CaCl₂ (Sigma ALDRICH Co. D, 82039 Deisenhofen, Almanya) kullanılmıştır. Kalsiyum klorürün %40’ lık çözeltisi hazırlanmış ve süte %0.02 (w/v) oranında katılmıştır.

3.1.6. Tuz (NaCl)

Peynirlerin salamura suyunun hazırlanmasında piyasada bulunan kaya tuzu kullanılmıştır. 90 °C’de 20 dk pastörize edilen salamuranın asitlik derecesi laktik asit (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılarak 5.20’ye ayarlanmıştır.

3.1.7. Ambalaj materyali

Peynirlerin ambalajlanmasında pratik açılabilir kapaklı 500 g’lık plastik kutular kullanılmıştır. Plastik kutular, Asil Süt Ürünleri Gıda Tekstil Hayv. Taş. San. Tic. Ltd. Şti. (Malatya)’den temin edilmiştir.

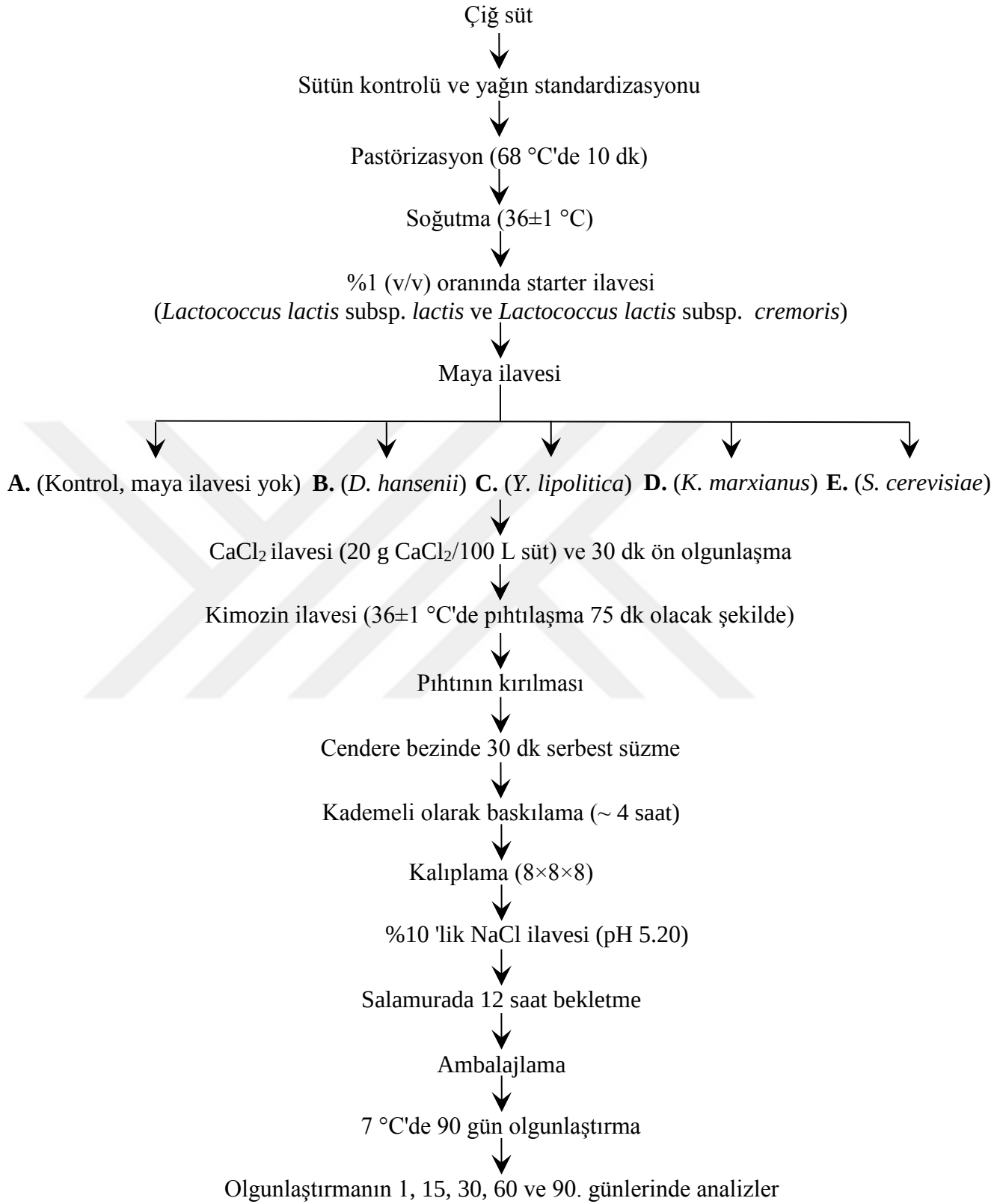
3.2. Peynir Üretimi

Peynirle işlenecek olan sütün kontrolü (asitlik gelişimi, pH, yağ oranı vb.) yapıldıktan sonra süt 68 °C’de 10 dk ısıtılma tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası süt 36 °C’ye soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta, peynir sütüne %1 (v/v) oranında starter kültür (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ilavesi yapılmış ve asitlik gelişimi için (pH 6.0) yaklaşık 30 dk beklenilmiştir. Daha sonra Beyaz peynir üretimi gerçekleştirmek için 5 eşit bölüme ayrılan süt Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi, üretimde 5 ayrı grubun isimlendirilmesi ve her bir grubun temsil ettiği mikroorganizmalar gösterilmiştir. Çizelge 3.1.’de verilen maya sayılarından süte maya ilave edilmiştir.

Çizelge 3.2. Peynir üretimi için örneklere verilen kodların detaylandırılması

Peynir örneği	İçeriği
CC peyniri	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ve <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> karışımı (klasik kültür)
YL peyniri	Klasik kültür + <i>Y. lipolytica</i>
SC peyniri	Klasik kültür + <i>S. cerevisiae</i>
DH peyniri	Klasik kültür + <i>D. hansenii</i>
KM peyniri	Klasik kültür + <i>K. marxianus</i>

Isıl işlem sonrası bozulan iyonik kalsiyum dengesini yeniden kurmak amacıyla 20 g CaCl₂/100 L süt oranında CaCl₂ ilave edilmiş ve homojen bir dağılım sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. CaCl₂ ilavesinin ardından yeterli asitlik gelişimi sağlandıktan sonra süte 75 dk içerisinde kesim olgunluğuna gelmesini sağlayacak miktarda ticari peynir mayası (enzim) ilave edilmiştir. Kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peynir kesme bıçakları yardımıyla yaklaşık 1 cm³'lük parçalar halinde kesildikten sonra 30 dk süre ile dinlendirilme ve süzme işleminin ardından baskılanmıştır. Baskı işlemi sonrasında teleme 8×8×8 cm boyutunda kesilerek ve önceden pastörize edilen (95 °C'de 30 dk) %10 tuz içeren ve pH'sı laktik asit yardımıyla 5.2'ye getirilmiş salamura içerisinde, 12 saat bekletilmiştir. Ardından peynir blokları aynı özellikteki salamuraya konulmuş ve 500 gram ambalajlara alınmıştır. Ambalajlanan peynirler, 7°C'de 90 gün süre ile depolanmıştır. Örnekler depolamanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde analiz edilmiştir. Peynir üretimi iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1'de Beyaz peynir üretim akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Beyaz peynir üretim akış şeması

3.3. Beyaz Peynir Analizleri

Örneklerin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyusal analizleri depolamanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Her bir analiz, en az iki paralel olarak çalışılmıştır.

3.3.1. Kimyasal analizler

3.3.1.1. Titrasyon asitliği

Alkali titrasyon yöntemi ile yapılmış ve sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (AOAC, 1990).

3.3.1.2. pH değeri

10 g rendelenmiş peynir ile 10 mL saf su karıştırılmış Ultra Turrax blenderde T25 (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) homojenize edilmiştir. Hazırlanan homojen karışımın pH'sı, (Thermo ORION 4 STAR) pH metre ile ölçülmüştür (Hayaloğlu, 2003).

3.3.1.3. Kuru madde oranı

Peynirlerin kurumadde oranları, belirli miktarlardaki örneğin 102 ±2°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak (% w/w) belirlenmiştir (IDF, 1982).

3.3.1.4. Yağ ve kuru maddede yağ oranları

Örneklerin yağ oranları, 0–40 taksimatlı özel peynir bütirometreleri ile Gerber yöntemine göre yapılmıştır (Ardö ve Polychroniadou, 1999). Kurumaddede yağ;

$$\% \text{Kuru maddede yağ} = \frac{\% \text{Yağ}}{\% \text{Kurumadde}} \times 100 \quad (3.1)$$

eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.3.1.5. Tuz ve kuru maddede tuz oranları

Tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre, hazırlanan örneğin ayarlı 0.1 N AgNO₃ ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bradley vd., 1993). Sonuçlar % (w/w) olarak ifade edilmiştir. Kurumaddede tuz oranı;

$$\% \text{Kuru maddede tuz} = \frac{\% \text{Tuz}}{\% \text{Kurumadde}} \times 100 \quad (3.2)$$

eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.3.1.6. Protein oranları

Protein oranları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması ile bulunmuştur. Protein oranları, bulunan azotun 6.38 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.3.2. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması

3.3.2.1. pH 4.6'da (pH 4.6-SN) çözünen azot miktarı

20 g peynir örneği 40 mL su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) kullanılarak 2 dk homojenize edilmiştir. Homojenatın pH'sı 1 M HCl ile 4.6'ya getirilmiştir. Karışım 40 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulmuş ve ardından 3000×g'de ve +4 °C'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım Schleicher & Schuell 589/2 beyaz bant filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattan 10 mL alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 1993) pH 4.6'da çözünen azot oranı saptanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur.

$$\% \text{ pH 4.6'da çözünen azot } \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{[1.4 \times (V_1 - V_0) \times M \times F]}{m} \quad (3.3)$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, mL

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, mL

M : HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin molaritesi, M

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : Örnek miktarı, g

3.3.2.2. %12'lik Triklorasetik asitte (TCA) çözünen azot miktarı

pH 4.6'da çözünen azot analizinde hazırlanan filtrattan 25 mL alınmış ve eşit hacimde %24'lük (w/v) TCA çözeltisi karıştırılarak (son TCA konsantrasyonu %12 olacak şekilde) oda sıcaklığında 2 saat tutulmuştur. Daha sonra, karışım Schleicher & Schuell 589/2 beyaz bant filtre kağıdından süzölmüş ve filtrattan 25 mL alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 1993) TCA'da çözünür kısmın azot içeriği saptanmıştır (Polychroniadou vd., 1999). Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur.

$$\% 12 \text{ TCA'da çözünen azot } \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{[1.4 \times (V_1 - V_0) \times M \times F]}{m} \quad (3.4)$$

- V_1 : Örnek için harcanan HCl, mL
 V_0 : Kör denemede harcanan HCl, mL
 M : HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin molaritesi, M
 F : HCl çözeltisinin faktörü
 m : Örnek miktarı, g

%12 TCA'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma derecesi ise, (3.4) eşitliğinden edilen değerin toplam azota oranlanması ve son değerin 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunlaşma derecesi} = \frac{\%12 \text{ TCA'da çözünen azot}}{\% \text{ Toplam azot}} \times 100 \quad (3.5)$$

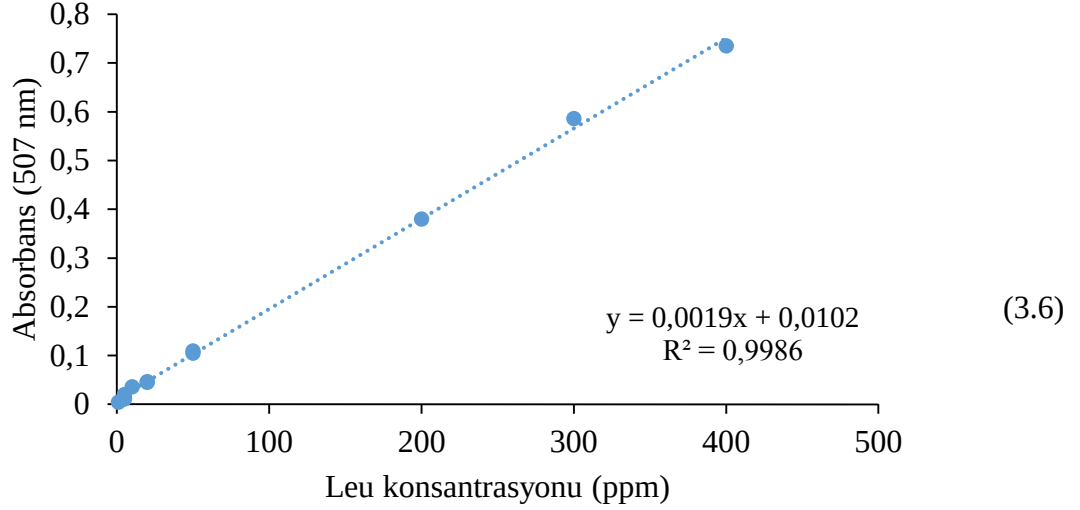
3.3.3. Toplam serbest amino asit miktarı

Analiz Hayaloğlu, 2007'nun uyguladığı şekilde yapılmıştır. Cd-ninhidrin reaktifi ile hazırlanan örneklerin 507 nm'de absorbens ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Kadmiyum ninhidrin reaktifi: 0.8 g ninhidrin, 80 mL ethanol ve 10 mL asetik asit karışımında çözündürülmüş ve elde edilen karışıma 1 mL suda 1 g CdCl_2 çözündürülerek ilave edilmiştir.

Yöntem: Suda çözünen azot tayininde elde edilen sulu ekstraktan 100 μL (beklenen serbest aminoasit miktarına göre) alınmış ve 1 mL suda çözündürülüp üzerine 2 mL Cd-ninhydrin reaktifi eklenmiştir. Karışım 84 °C'ye ısıtılıp 5 dk tutulduktan sonra soğutulmuş ve 507 nm'deki absorbens UV- spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japan) okunmuştur.

Peynirde bulunan toplam serbest amino asit miktarını hesaplamak için, Şekil 3.2'de görüldüğü üzere 1 ile 400 ppm konsantrasyon aralığında (X-ekseni) hazırlanan Leu standardına karşılık 507 nm'de okunan absorbens değerleri (Y-ekseni) grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrisi hazırlanmış olup, sonuçlar mg Leu/g peynir olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri

3.3.4. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile serbest amino asitlerin belirlenmesi

Model peynir örneklerinden 1 g alınarak 25 mL hacmindeki santrifüj tüpleri içerisine konulmuştur. Üzerine 10 mL 0.4 mM metiyonin sülfon (iç standart) içeren HCl ilave edilmiştir. Karışım homojenize edilerek Ultrasonik banyoda oda sıcaklığında 20 dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda $3000\ g \times 10\ dk\ 4 \pm 1\ ^\circ C$ 'de santrifüj edilmiştir. Süpernetant ependorf tüpü içerisine konularak ayrılmıştır. Daha sonra buradan 1mL süpernetant başka bir tüp içerisine alınarak üzerine 1 mL %40 (w/v)'lık trikloroasetikasit (TCA) çözeltisinden ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırıldıktan sonra $4 \pm 1\ ^\circ C$ 'de buzlu suda bekletilmiştir. Daha sonra süspansiyon Hettich 320R santrifüj ile $20\ 000\ g \times 10\ dk\ 4 \pm 1\ ^\circ C$ 'de santrifüj edilmiştir. 25 μL deproteinize edilmiş süpernetant ependorf tüpü içerisine konularak vakum altında kurutulmuştur. Kurutulmuş örnek üzerine 20 μL eşleme tamponu: Metanol: 1 M sodyum asetat: TEA (2:2:1) ilave edilmiştir. Tekrar vakum altında kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutulmuş örnek üzerine 20 μL türevlendirme çözeltisi: Metanol: TEA: Deiyonize su: PITC (7:1:1:1) ilave edilmiştir. İyice karıştırılarak oda sıcaklığında 20 dk inkübe edilmiştir. Daha sonra vakum altında kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutulmuş örnek üzerine 1 mL örnek seyreltme tamponu ilave edilmiş ve örnek 0.20 μm (CROMAFIL Xtra PVDF-20/25) filtreden geçirilerek 20 μL seyreltilmiş örnek HPLC kolonuna verilerek analiz gerçekleştirilmiştir.

Asidik, bazik ve nötral fizyolojik amino asit karışım standartları ve metionin sülfon Sigma (St. Louis, MO, ABD)’dan satın alınmıştır. Fenilisotiyosiyonat (PITC) ve trietilamin ve diğer solventler HPLC saflık derecesinde kullanılmıştır. Çalışılan amino asit standardı (100 mM) asidik ve nötral amino asit standardı ve bazik amino asit standardı 1:1 (v/v) oranında karıştırılarak hazırlanmıştır. Metionin sülfon solüsyonu 0.4 mM son konsantrasyon olacak şekilde 0.1 M HCl ilave edilmiştir. Türevlendirme reaksiyonu için kullanılan çözelti (metanol, TEA, H₂O, PITC, 7:1:1.1, v/v/v oranında) günlük hazırlanmıştır. Çalışmada amino asit standartlarına örneklerle aynı uygulama yapılmıştır. Oda sıcaklığında reaksiyon süresi 20 dk olarak tutulmuştur. Hazırlanan örnek ve standartlar HPLC’de analiz edilinceye kadar -18 °C’de tutulmuştur. Türevlenmiş örnekler %5 asetonitril içeren (pH’sı asetik asitle 6.4’e ayarlanmıştır) 10 mM sodyum asetat tamponu ile çözündürülmüştür. Amino asit separasyonu PicoTag C18 (3.9 × 300 mm, İrlanda) kolonu kullanılarak, kolon fırını (Shimadzu CTO 20A), pompa (Shimadzu LC 20 AD), otosampler (Shimadzu SIL 20A HT), degasser (Shimadzu DGU 20A5) ve dedektör (diode array detector, Shimadzu SPD M20A) sisteminden oluşan HPLC’de ters faz metot ile gerçekleştirilmiştir. A solventi, 70 mM sodyum asetat (pH’sı asetik asitle 6.55’e ayarlanmış) %2.5 asetonitril içerecek şekilde hazırlanmıştır. B çözeltisi, asetonitril: deiyonize su: metanol (9:8:3, v/v/v) oranında karıştırılarak ve her iki solvante 10 mg/L olacak şekilde disodyum etilendiamintetra asetik asit (Na₂EDTA) ilave edilerek hazırlanmıştır. 254 nm de 45 °C’de 1 mL/dk akış oranı ile 20 µL kolona enjekte edilmiştir. Amino asit analizi (Hayaloğlu vd., 2011)’e göre yapılmıştır. Sonuçlar mg amino asit/g peynir olarak hesaplanmıştır. HPLC sistemi için oluşturulan gradient programı Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. RP-HPLC amino asit analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları

Süre (dk)	A çözeltisi (%)	B çözeltisi (%)
0.01	100	0
13.50	97	3
24.00	94	6
30.00	91	9
50.00	66	34
62.00	66	34
62.50	0	100
66.50	0	100
67.00	100	0
72.00	100	0

3.3.5. Ters faz-yüksek performans sıvı kromatografisi ile peptit profillerinin belirlenmesi

Analiz Hayaloğlu vd., (2011)'de belirtilen yöntemde küçük değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Suda çözünen fraksiyonların peptit analizleri Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) kullanılarak RP-HPLC ile belirlenmiştir. Ayırma işlemi için Zorbax 300 SB C18 (4.6 × 250 mm, ABD) kolon kullanılmıştır.

RP-HPLC'de kullanılan çözeltiler: A; %0.1 (v/v) trifloroasetik asit (TFA, Sigma, St Louis, ABD) HPLC kalitesindeki deiyonize suda (Milli-Q system, Waters Corp., Milshem, France), B; %0.1 (v/v) TFA, asetonitrilde (Fluka ≥ 99.5, Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs, ABD) hazırlanmıştır. Çözeltinin akış hızı 0.75 mL/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Örneklerin analizi: Dondurarak kurutulmuş pH 4.56'da çözünen fraksiyondan 10 mg tartılmış ve 1 mL (A) çözücüsünde çözündürülmüştür. Ayrıca hazırlanan bu ekstrakt Amicon filtre (Amicon Ultracel - 3K centrifugal filter, Merck-Millipore Ltd, Cork, Ireland), kullanılmak suretiyle molekül büyüklüğüne göre 3 kDa'dan küçük ve büyük fraksiyonlar olmak üzere 2 kısma ayrılmıştır. Daha sonra hem pH 4.6'da çözünen ekstrakt hem de 3 kDa'dan küçük fraksiyonlar 0.45 µm selüloz asetat filtreden (Sterlitech Corp. WA, ABD) geçirilmiş ve bu filtrattan 40 µL örnek sisteme enjekte edilmiştir. Akış programı Çizelge 3.4'de verilmiş olup, değerlendirme 214 nm'de yapılmıştır.

Çizelge 3.4. RP-HPLC peptit profili analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları

Süre (dk)	A çözeltisi (%)	B çözeltisi (%)
0	0	0
5.00	100	0
60.00	80	30
75.00	50	50
80.00	40	60
85.00	5	95
90.00	5	95
95.00	100	0
105.00	100	0

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

Peynir örneklerinin suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektroforetik analizleri yapılmıştır. Urea-PAGE Andrews (1983)'in önerdiği ve Shalabi ve Fox (1987) tarafından kısmi olarak modifiye edildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Elektroforez PROTEAN II XI dikey slab-jel ünitesi (Bio-Rad Laboratories Ltd., Watford, UK) kullanılarak yapılmış ve elde edilen jeller Blakesley ve Boezi (1977)'de belirtildiği gibi Coomassie Brilliant Blue G250 ile direkt olarak boyanmıştır. Jelin hazırlanışı ve elektroforezin uygulanması aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

a) Stok çözeltilerin hazırlanması

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

Stacking jel tamponu: 4.15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 150 g üre, 2.2 mL konsantre HCl saf suda çözülmüş ve 500 mL'ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH'sı HCl ile 8.9'a ayarlanmıştır.

Separating jel tamponu: 32.15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 192.85 g üre, 2.86 mL konsantre HCl saf suda çözülmüş ve 500 mL'ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH'sı HCl ile 8.9'a ayarlanmıştır.

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

Örnek tamponu: 0.75 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 49 g üre, 0.4 mL konsantre HCl, 0.7 mL 2-mercaptoethanol, 0.15 g bromophenol blue saf suda çözülmüş ve 100 mL'ye tamamlanmıştır.

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

Boyama çözeltisi: Coomassie Brilliant Blue G250 %0.2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış ve eşit hacimde 1 M H₂SO₄ ile karıştırıldıktan sonra bir gece bekletilmiştir. Ardından çözelti Whatman No. 1 filtre kağıdından süzölmüş ve 9:1 oranında 10 M KOH ile karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltiye %12 oranında TCA ilave edilmiştir.

b) Jel çözeltilerinin hazırlanması

Stacking jel çözeltisi: 5 mL akrilamid çözeltisi, 45 mL stacking jel tamponu, 0.1 g N,N,N',N'-metilen bisakrilamid karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 25 µL N,N,N',N'-tetramethylethylene diamine (TEMED) ilave edilmiştir.

Separating jel Çözeltisi: 22.5 mL acrylamide çözeltisi, 52.5 mL separating jel tamponu 0.375 g N,N,N',N'-methylene bisacrylamide karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 37.5 µL N,N,N',N'-tetramethylethylene diamine (TEMED) ilave edilmiştir.

c) Örneğin hazırlanması

Dondurularak kurutulmuş örnekten 10 mg alınarak 1 mL örnek tamponunda çözülmüştür.

d) Elektroforezin uygulanması

Elektroforez ünitesi, üretici firmanın (Bio-Rad Laboratories Ltd., Watford, UK) önerdiği biçimde kurulmuştur. Elektroforeze başlamadan hemen önce başlangıç polimerizasyonunu sağlamak için, separating jel çözeltisine 282 µL amonyum persülfat ilave edilmiştir. Stacking jel çözeltisi, her iki jel ünitesine dökülmüş ve jel seviyesi, jel tarakları yerleştirildiğinde tarakların uç kısmından yaklaşık 1 cm aşağıda olacak şekilde ayarlanmıştır. Jelin üzerine saf su ilave edilmiş ve jel tamamıyla polimerize oluncaya kadar beklenilmiştir (~45 dk). Daha sonra üst kısımdaki su dikkatli bir şekilde dökülmüştür. Stacking jel çözeltisine 300 µL amonyum persülfat ilave edildikten sonra jel ünitesine dökülmüş ve taraklar uygun pozisyonda yerleştirilmiştir. Çözelti polimerize olması için yeterli süre beklenilmiştir (polimerizasyon görülünceye kadar, yaklaşık 45-60 dk). Polimerizasyondan sonra, taraklar çıkarılmış ve jeller içinde yeterli miktarda elektrot tamponu bulunan jel ünitesine yerleştirilmiştir. Elektroforez sistemi soğuk su ile sirküle edilerek soğutulmuştur. Jellere 30 dk süre ile 280 V elektrik akımı uygulandıktan sonra, Na-kazeinat (standart) ve peynir örneklerinin suda çözünmeyen ekstraktları özel şırınga ile jel kuyucuklarına enjekte edilmiştir. Örnekler, önce stacking jel tamponu boyunca 280 V'de, separating jel tamponu boyunca 300 V'de yürütülmüştür. Örneklerin jelde yürütülmesi, boya izinin jel ünitesinin dip kısmına gelinceye kadar devam ettirilmiştir.

e) Jelin boyanması

Elde edilen jeller, Blakesley ve Boezi (1977)'nin önerilerine göre hazırlanan jel boyama çözeltisine daldırılmış ve burada bir gece bekletilmiştir. Bu sürede jelde bulunan proteinlerin yoğunluklarına göre boya ile kompleks oluşturmaları sağlanmıştır. Ardından, jeller saf suya daldırılarak bant dışında kalan kısımlardaki boyanın giderilmesi sağlanmıştır.

Boya giderildikten sonra elde edilen jeller bir Scanner (HP Scanjet Software, Scanjet G4010, Hewlett Packard, Palo Alto, CA) kullanılarak taranmıştır. Kazein fraksiyonları ile bu bantların yoğunluğu kullanılan Image Master TotalLab Phoretix 1D Pro software, Keel House, Newcastle upon Tyne, UK yazılım ile belirlenmiştir. Kazein fraksiyonları ile bunların ilgili fragmentlerin ve standart olarak kullanılan Nakazeinat (Sigma, St Louis, ABD) bantların yeri, (McSweeney vd., 1994) tarafından belirtildiği şekilde saptanmış ve bu bantlar dansitometrik integrasyonlar kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir.

3.3.7. ACE-inhibitör aktivitesinin belirlenmesi

Dondurularak kurutulmuş pH 4.6'da çözünen ekstraktların ACE-inhibitör aktivitesi Zorbax 300 SB C18 (4.6 × 250 mm, ABD) kolunu ve Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) kullanılarak RP-HPLC ile belirlenmiştir (Lu vd., 2013). Metot, temelde Hippuryl-histidyl-leucine'in (HHL, Sigma-Aldrich) ACE tarafından hidrolizi sonucu oluşan hippurik asidin miktarını belirlemeye dayalıdır.

Deney karışımı 25 µL çözelti (5 mmol HHL, 0.1 M sodyum fosfat tamponu, 400 mmol/L NaCl, pH: 8.9) ile 25 µL örnek çözeltisi (1 mL sodyum fosfat tamponu 15 mg dondurarak kurutulmuş pH 4.6'da çözünen ekstrakt) karıştırılarak hazırlanmıştır. Takiben 37 °C sıcaklıkta 5 dk ön inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 50 µL 100 mUN ACE (tavşan akciğeri ekstraktı, Sigma-Aldrich, Germany) ilave edilip 37 °C sıcaklıkta çalkalamalı su banyosunda 25 dk inkübe edilmiştir. Inkübasyon süresi sonunda reaksiyonu durdurmak için 1 M 10 µL HCl ilave edilmiştir. ACE-inhibisyonu etkin konsantrasyon (IC₅₀) olarak ifade edilmiştir. IC₅₀ değeri ACE aktivitesinin %50'sinin inhibisyonu için gerekli protein konsantrasyonu mg/L olarak belirlenmiştir.

İnhibisyon oranı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

$$ACE \text{ inhibisyon oranı (\%)} = \frac{(A - B)}{B} * 100 \quad (3.7)$$

A: ACE ve HHL varlığında ve ACE-inhibitör yokluğundaki absorbands

B: ACE, HHL ve ACE-inhibitörü varlığındaki absorbands

ACE-inhibisyon aktivitesi ayrıca IC₅₀ oranı (ACE'nin en az %50'sini inhibe edebilecek biyoaktif peptit düzeyi) ile de ifade edilmiştir. Her bir ekstrakt ve fraksiyonun spektrofotometrik yolla Folin-Lowry metoduna göre protein miktarı belirlenmiştir (Lowry vd., 1951). Ardından ekstrapolasyon ile ACE inhibisyonunun %50'si için gerekli protein miktarı (IC₅₀ değeri) hesaplanmıştır.

3.3.8. Aroma maddelerinin belirlenmesi

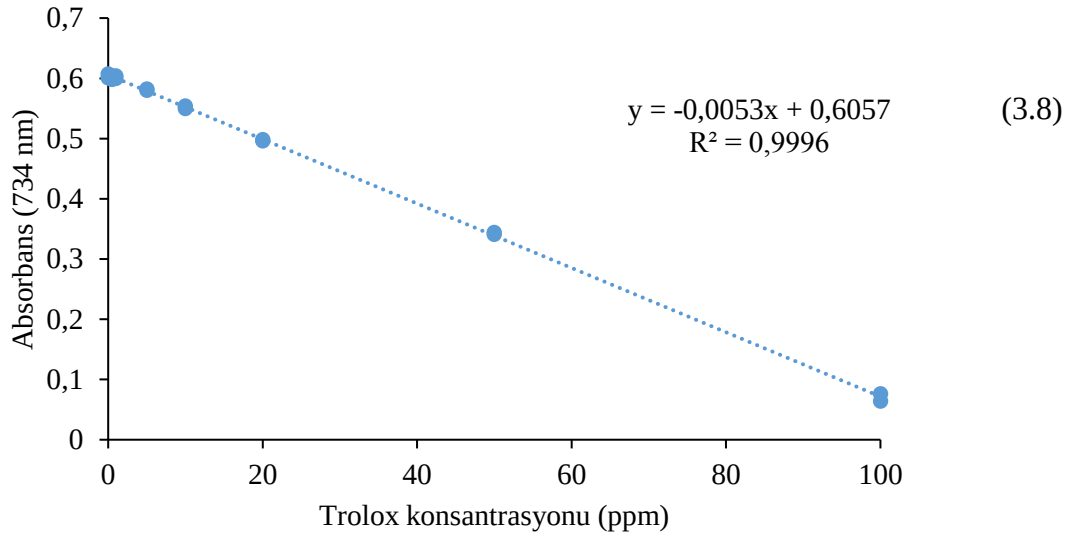
Aroma analizleri SPME-GC/MS tekniğine göre yapılmıştır (Pawliszyn, 1997). Bu amaçla -20 °C'de dondurulmuş peynirlerden 3.0 g örnek 15 mL hacimli aroma viallerine tartılmıştır. Asitler için 2-metil-pentanoik asit (300 ppm), esterler için etil heptanoat (300 ppm) ve asit ile ester dışında diğer aroma bileşikleri için 2-metil-3-heptanon (100 ppm) iç standart olarak (10 µL) kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi 2 cm 50/30 µm divinylbenzene-carboxen-polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) fiber-vial enjeksiyonu ile yapılmıştır. Fiber 40 °C'de 30 dk tepe boşluğunda (headspace) tutularak aroma maddelerinin fiber yapısına geçmesi sağlanmıştır. Ekstrakte edilen uçucu bileşiklerin desorpsiyonu için fiber, enjeksiyon bloğuna daldırılarak 250 °C 'de 2 dk bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/dk akış hızında helyum kullanılmıştır. Bileşiklerin ayırımında DB-Wax (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm; J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) kolonu kullanılmıştır. Uygulanan fırın sıcaklık programı şöyledir: Başlangıçta 40 °C'de 2 dk tutulmuş (desorpsiyon periyodu) ve dk 5 °C olmak üzere sıcaklık 70 °C'ye yükseltilerek bu sıcaklıkta 1 dk tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık dk 10 °C artışla 240 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 30 dk tutulmuştur. Kütle spektrometresi 33-450 amu arası ayarlanmış (eşik değeri 1000) ve örnekleme hızı dakikada 1.11 tarama olarak ayarlanmıştır. Peynirlerin uçucu aroma bileşikleri belirlenmesinde Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresinin bağlı olduğu Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi kullanılmıştır. Ayırımı gerçekleştiren aroma bileşiklerin tanımlanmasında Wiley,

National Institute of Standards and Technology (NIST) kütüphaneleri ve her bir pikin alıkonma zamanları ile hidrokarbon standardının alıkonma zamanları kullanılarak hesaplanan 'Retention Index' (RI) değerleri referans alınmıştır. Sonuçlar $\mu\text{g}/100\text{g}$ peynir olarak verilmiştir.

3.3.9. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

3.3.9.1. 2,2 -Azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS^{•+}))

Analizden önce 2.45 mM potasyum persülfat kullanmak suretiyle 7 mM 2,2 -azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) çözeltisi hazırlanmıştır. Çözelti karanlık ortamda 16 saat bekletilmiştir. ABTS^{•+} 16 saatlik süre sonunda, etil alkol kullanılarak 734 nm'deki absorbansı 0.70 ± 0.02 olacak şekilde seyreltilmiştir. Liyofilize pH 4.6'da çözünen ekstraktan 15 mg tartılıp 1 mL suda çözündürülüp absorbans ölçümü için 100 μL alınmıştır. Ekstrakt üzerine 2.4 mL ayarlı ABTS^{•+} çözeltisi ilave edilip vorteks ile karıştırılmıştır. Vortekste karıştırıldıktan sonra 10 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda, örneklerin etil alkole karşı UV-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan) 734 nm'deki absorbans değerleri okunmuştur (Xu vd., 2010).



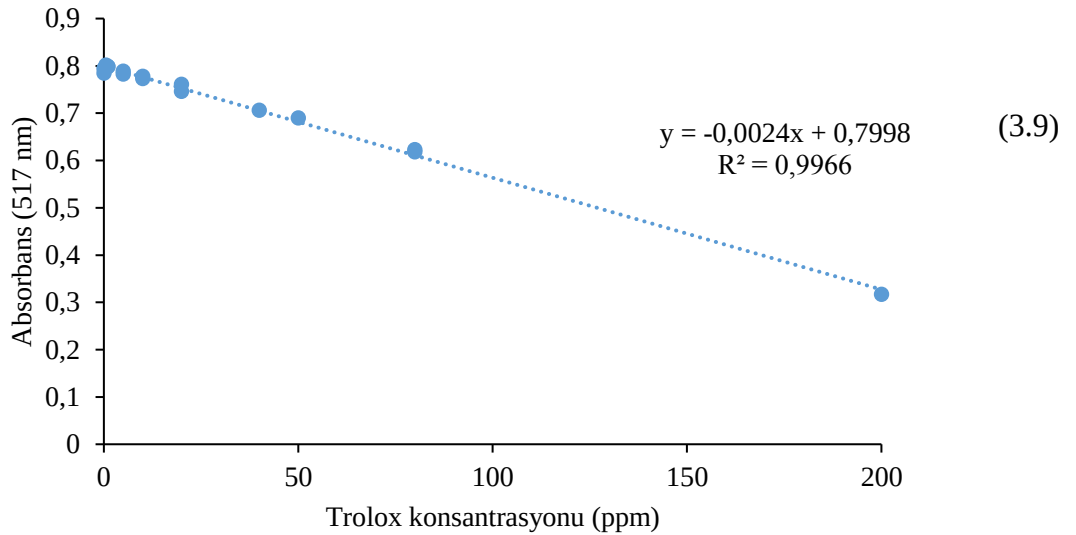
Şekil 3.3. Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (734 nm)

Peynir ekstraktlarının ABTS^{•+} cinsinden antioksidan kapasitesini belirlemek için, Şekil 3.3'de görüldüğü üzere 0.5 ile 100 ppm konsantrasyon aralığında (X-ekseni) hazırlanan 6-hydroxy-2,5,7,8 Tetramethyl Chroman 2-carboxylic acid (Trolox)

standardına karşılık 734 nm’de okunan absorbans değerleri (Y-ekseni) grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrisi hazırlanmış olup, sonuçlar mg Trolox/L cinsinden hesaplanmıştır.

3.3.9.2. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH*)

Analizde kullanılan DPPH çözeltisi; 100 mL metanolde 2.5 mg DPPH çözülerek hazırlanmıştır. Liyofilize pH 4.6’da çözünen ekstraktan 15 mg tartılıp 1 mL suda çözündürülüp absorbans ölçümü için 100 µL alınmıştır. Ekstrakt üzerine 3.9 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler vortekste karıştırıldıktan sonra 45 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda, metanole karşı UV- spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan) 517 nm’deki absorbans değerleri okunmuştur (Lucena vd., 2010). Peynir ekstraktlarının DPPH* cinsinden antioksidan kapasitesini belirlemek için, Şekil 3.4’de görüldüğü üzere 0.5 ile 200 ppm konsantrasyon aralığında (X-ekseni) hazırlanan 6-hydroxy-2,5,7,8 Tetramethyl Chroman 2-carboxylic acid (Trolox) standardına karşılık 734 nm’de okunan absorbans değerleri (Y-ekseni) grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrisi hazırlanmış olup, sonuçlar mg Trolox/L cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlarda Trolox standardına karşı elde edilen absorbans değerleri (517 nm)

3.3.10. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için Beyaz peynir örneklerinden steril kaplara 10 g tartılıp steril Stomacher torbalarının içerisine aktarılıp üzerine 90 mL (%2’lik) steril

sodyum sitrat tamponu ilave edilmiştir. Örnekler stomacher (Seward 400 Circulator, London, England), cihazında 1 dk kadar homojenize edilip 10^{-1} 'lik dilüsyonu hazırlanmıştır. Dilüsyonlar 1 mL peptonlu su (%0.1' lik) içeren tüplerde hazırlanmıştır. İşleme 10^{-6} 'lık dilüsyona ulaşıncaya kadar devam edilmiş ve mikrobiyolojik sayımlara geçilmiştir (Diliello, 1982).

Starter kültür olarak kullanılan *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* bakterilerinin sayımında M17 agar besiyeri kullanılmış ve inkübasyon süresi 37 °C'de 48 saat olarak ayarlanmıştır (Harrigan, 1998). Peynir üretiminde kullanılan mayaların sayımında ise mayalar için seçici besiyeri; Yeast extract glucose chloramphenicol (YGC) agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır. Besiyeri bileşimindeki kloramfenikol bakteri gelişimini engellediği için besiyerine ilave bir antibakteriyel ajan eklenmemiştir. Uygun dilüsyonlardan paralel ekimi yapılan petri kapları 25 °C'de 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen *Y. lipolytica*, *D. hansenii*, *K. marxianus* ve *S. cerevisiae* kolonileri sayılmıştır (Ferreria ve Viljoen, 2003). Koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan çift petri plağına 0.1'er mL aktarılıp üzerine 45 °C'ye kadar soğutulan VRBA'dan yaklaşık 13-15 mL kadar ilave edilmiştir. Katılaştıran besiyerinin üzerine ince bir tabaka besiyeri dökülmüştür. Petriler 37 °C'de 48 saat kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda çapı 0.5 mm'den daha büyük olan kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Diliello, 1982).

3.3.11. Duyusal analizler

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirmeleri Meilgaard vd. (1999), tarafından önerilen modele göre, 10 kişilik uzman panelist tarafından, olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde duyusal değerlendirme yapılmıştır. Panelistlere duyusal değerlendirme formu sunulmuştur. Panelistlerden sayısal değerlendirme yapmaları ve örnekleri beğenilerine göre puanlamaları istenmiştir. Örnekler 3 haneli rakamlarla rastgele kodlanmış ve her olgunlaşma süresi için farklı kodlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. Peynirlerin duyuşal değeriendirme formu

Panelist Adı Soyadı:

Tarih .../.../.....

Özellik	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu
Renk ve görünüş					
Yapı ve tekstür					
Parlaklık					
Sertlik					
Olgun tat					
Tuzluluk seviyesi					
Koku					
Lezzet					
<i>Yapışkanlık</i>					
<i>Ufalanma</i>					
<i>Süt tadı</i>					
<i>Maya kokusu</i>					
<i>Sünme</i>					
Genel Beğeni					

Not: Yukarıda verilen özellikler 1 ile 9 arasında puanlandırılmalıdır. *Yapışkanlık*, *ufalanma*, *süt tadı*, *may kokusu* ve *sünme* varsa düşük puan verilmelidir.

3.3.12. İstatistiksel analizler

Çalışma sonunda elde edilen tüm veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplararası farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiştir. İstatistiksel analizler SPSS® paket programı (version, 9.1) aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Örneklerle uygulanan farklı işlemlerin (yardımcı kültür ilavesi ve olgunlaşma süresi) etkisinin birlikte görülmesi ve sonuçların yorumlanması amacıyla genel lineer model faktör analizi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Beyaz peynir üretiminde kullanılan yardımcı kültürlerin 90 günlük olgunlaşma süresince peynirin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duysal özelliklerine etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca bu konuda yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak elde edilen veriler tartışılmıştır.

4.1. Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri

Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün kalitesi; peynirin fiziksel, kimyasal, reolojik, duysal ve pek çok özelliklerini etkilemesi nedeniyle önemlidir. Ayrıca ekonomik açıdan, ürünün randımanını doğrudan etkilemekte olup son ürüne ulaşmada ara basamak işlemlerini de etkilemektedir. Bu nedenle peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün özellikleri incelenmiş olup sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz peynirlerin üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün özellikleri

Özellik	Ortalama değer
Kuru madde (%)	12.31±0.17
Yağ (%)	3.44±0.16
Yağsız kuru madde (%)	8.88±0.05
Azot (%)	0.49±0.05
Protein (%)	3.14±0.31
Özgül ağırlık (g/mL)	1.0285±0.00
Asitlik (% laktik asit)	0.18±0.01
pH	6.69±0.08

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ’inde (Tebliğ No: 2017/20); çiğ inek sütünün yağ oranının en az % 3.4, yağsız kuru madde oranının en az %8.5, protein oranının en az %2.8, özgül ağırlık değerinin en az 1.028 (g/mL) ve titrasyon asitliğinin %0.135-0.200 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2017). Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşim özelliklerinin tebliğe uygun olduğu görülmüştür.

4.2. Beyaz Peynir ve Salamularının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Farklı maya kültürleri kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin ve peynirlere ait salamuların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimleri Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir.

4.2.1. Üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri

Beyaz peynir örneklerinin 90 günlük olgunlaşma sürecinde fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

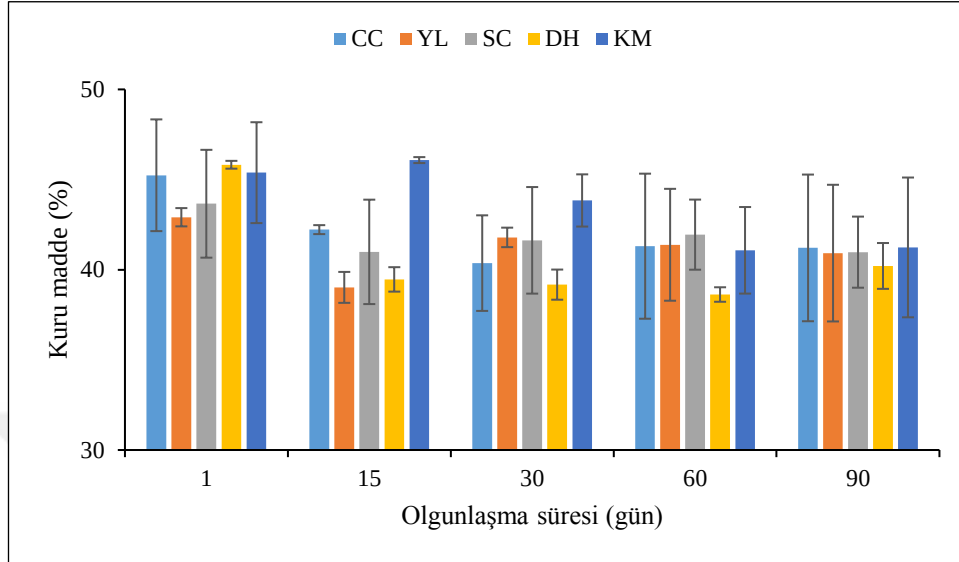
Çizelge 4.2. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler (n=2)

Özellik	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Kuru madde (%)	1	45.24±3.10 ^{a,A}	42.91±0.51 ^{a,B}	43.66±2.99 ^{a,A}	45.82±0.22 ^{a,C}	45.38±2.80 ^{a,B}
	15	42.22±0.25 ^{b,A}	39.02±0.86 ^{a,A}	40.99±2.90 ^{ab,A}	39.46±0.68 ^{ab,AB}	46.08±0.16 ^{c,B}
	30	40.37±2.65 ^{a,A}	41.79±0.54 ^{ab,AB}	41.63±2.96 ^{ab,A}	39.17±0.84 ^{a,AB}	43.84±1.45 ^{b,AB}
	60	41.30±4.02 ^{a,A}	41.38±3.10 ^{a,AB}	41.95±1.94 ^{a,A}	38.62±0.40 ^{a,AB}	41.08±2.40 ^{a,A}
	90	41.21±4.07 ^{a,A}	40.92±3.79 ^{a,AB}	40.97±1.97 ^{a,A}	40.21±1.27 ^{a,B}	41.24±3.88 ^{a,A}
Tuz (%)	1	3.39±0.26 ^{a,A}	3.13±0.20 ^{a,A}	3.18±0.18 ^{a,A}	2.96±0.38 ^{a,A}	3.33±0.32 ^{a,A}
	15	3.36±0.12 ^{a,A}	4.15±0.07 ^{c,B}	3.66±0.17 ^{b,AB}	3.80±0.21 ^{b,B}	3.29±0.28 ^{a,A}
	30	3.55±0.38 ^{a,AB}	3.88±0.44 ^{ab,B}	4.10±0.34 ^{bc,B}	4.42±0.07 ^{c,C}	3.91±0.13 ^{ab,B}
	60	4.00±0.40 ^{ab,B}	3.92±0.15 ^{a,B}	4.12±0.46 ^{ab,B}	4.50±0.07 ^{b,C}	4.20±0.40 ^{ab,B}
	90	4.00±0.26 ^{a,B}	4.28±0.44 ^{ab,B}	4.79±0.47 ^{bc,C}	5.22±0.46 ^{c,D}	4.14±0.40 ^{ab,B}
Kuru maddede tuz (%)	1	7.49±0.28 ^{a,A}	7.28±0.39 ^{a,A}	7.30±0.42 ^{a,A}	6.46±0.81 ^{a,A}	7.38±1.14 ^{a,A}
	15	7.97±0.30 ^{a,AB}	10.63±0.31 ^{c,B}	8.98±1.05 ^{b,AB}	9.64±0.68 ^{b,B}	7.14±0.62 ^{a,A}
	30	8.86±1.53 ^{a,AB}	9.26±0.94 ^{a,B}	9.92±1.52 ^{ab,BC}	11.30±0.36 ^{b,C}	8.91±0.26 ^{a,AB}
	60	9.82±1.93 ^{a,B}	9.52±0.88 ^{a,B}	9.88±1.53 ^{a,BC}	11.64±0.12 ^{a,C}	10.30±1.53 ^{a,B}
	90	9.81±1.55 ^{a,B}	10.58±1.95 ^{ab,B}	11.75±1.70 ^{ab,C}	13.00±1.49 ^{b,D}	10.18±1.91 ^{a,B}
Yağ	1	23.77±0.23 ^{b,B}	21.86±0.28 ^{a,B}	22.86±1.05 ^{ab,A}	23.99±0.38 ^{b,B}	23.58±1.86 ^{b,A}
	15	21.02±0.50 ^{a,A}	19.52±2.08 ^{a,A}	20.14±1.29 ^{a,A}	20.01±1.22 ^{a,A}	23.48±1.16 ^{b,A}
	30	21.20±0.30 ^{ab,A}	20.44±1.61 ^{a,AB}	21.48±2.59 ^{ab,A}	18.95±1.78 ^{a,A}	23.25±0.24 ^{b,A}
	60	21.45±2.07 ^{a,A}	22.12±0.78 ^{a,B}	22.70±1.19 ^{a,A}	18.95±0.51 ^{b,A}	22.50±0.91 ^{a,A}
	90	21.47±2.03 ^{ab,A}	22.23±1.14 ^{b,B}	20.83±1.63 ^{ab,A}	19.72±0.35 ^{a,A}	22.63±1.59 ^{b,A}
Kuru maddede yağ (%)	1	52.73±3.55 ^{a,A}	50.95±0.43 ^{a,AB}	52.43±1.33 ^{a,BC}	52.36±1.05 ^{a,B}	51.91±0.94 ^{a,A}
	15	49.80±1.41 ^{a,A}	50.00±4.85 ^{a,AB}	49.16±0.72 ^{a,A}	50.68±2.24 ^{a,AB}	50.95±2.51 ^{a,A}
	30	52.65±2.73 ^{ab,A}	48.88±3.23 ^{ab,A}	51.47±2.56 ^{ab,ABC}	48.33±3.56 ^{a,A}	53.06±1.25 ^{b,AB}
	60	51.95±1.27 ^{b,A}	53.58±2.11 ^{bc,AB}	54.13±1.66 ^{bc,C}	49.06±1.14 ^{a,AB}	54.82±1.02 ^{c,B}
	90	52.13±0.44 ^{bc,A}	54.50±2.51 ^{cd,B}	50.79±1.73 ^{ab,AB}	49.06±1.02 ^{a,AB}	54.98±1.54 ^{d,B}
pH	1	4.89±0.16 ^{a,A}	4.85±0.10 ^{a,BC}	4.85±0.06 ^{a,A}	4.93±0.01 ^{a,A}	4.90±0.08 ^{a,A}
	15	4.76±0.18 ^{a,A}	4.92±0.10 ^{a,C}	4.77±0.13 ^{a,A}	4.80±0.09 ^{a,A}	4.74±0.16 ^{a,A}
	30	4.71±0.05 ^{b,A}	4.83±0.02 ^{a,ABC}	4.83±0.05 ^{a,A}	4.88±0.03 ^{a,A}	4.87±0.13 ^{a,A}
	60	4.82±0.14 ^{a,A}	4.77±0.05 ^{a,AB}	4.79±0.04 ^{a,A}	4.84±0.07 ^{a,A}	4.86±0.12 ^{a,A}
	90	4.82±0.04 ^{a,A}	4.74±0.02 ^{a,A}	4.82±0.02 ^{a,A}	4.79±0.17 ^{a,A}	4.81±0.05 ^{a,A}
Titrasyon asitliği (laktik asit, %)	1	1.30±0.26 ^{a,A}	1.22±0.06 ^{a,A}	1.21±0.15 ^{a,A}	1.18±0.03 ^{a,A}	1.14±0.14 ^{a,A}
	15	1.49±0.19 ^{a,AB}	1.39±0.09 ^{a,B}	1.43±0.06 ^{a,B}	1.02±0.22 ^{b,A}	1.37±0.10 ^{a,B}
	30	1.56±0.07 ^{b,AB}	1.49±0.07 ^{ab,B}	1.44±0.06 ^{ab,B}	1.37±0.08 ^{a,B}	1.46±0.13 ^{ab,BC}
	60	1.60±0.15 ^{bc,B}	1.73±0.13 ^{c,C}	1.47±0.12 ^{ab,B}	1.40±0.03 ^{a,B}	1.58±0.02 ^{bc,C}
	90	1.67±0.20 ^{a,B}	1.73±0.11 ^{a,C}	1.53±0.20 ^{a,B}	1.64±0.12 ^{a,C}	1.61±0.03 ^{a,C}
Toplam protein (%)	1	16.80±1.35 ^{a,C}	13.85±0.75 ^{a,A}	17.38±1.00 ^{a,B}	16.13±1.21 ^{a,B}	14.91±0.88 ^{a,C}
	15	13.77±0.60 ^{a,AB}	13.90±0.94 ^{a,A}	15.49±1.11 ^{b,AB}	14.48±0.93 ^{ab,AB}	14.09±1.22 ^{ab,BC}
	30	14.48±1.11 ^{ab,B}	13.23±1.30 ^{a,A}	14.67±0.88 ^{b,AB}	13.21±0.23 ^{a,A}	14.19±0.60 ^{ab,A}
	60	14.67±1.40 ^{a,B}	14.61±0.93 ^{a,A}	15.34±0.98 ^{a,B}	13.45±0.62 ^{a,A}	14.50±0.92 ^{a,AB}
	90	12.86±1.18 ^{a,A}	15.33±1.13 ^{a,A}	15.26±1.00 ^{a,AB}	13.81±0.67 ^{a,AB}	15.05±0.75 ^{a,AB}

Ortalama±SS. Sonuçlar iki tekerrür ortalamasıdır (n=2). Her bir uygulamanın olgunlaşma sonrasında $P<0.05$ düzeyinde farklılıkları aynı satırda farklı küçük harflerle (a-e), aynı sütunda ise farklı büyük harflerle (A-E) gösterilmektedir. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.2.1.1. Kuru madde

Beyaz peynirlerin kuru madde değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.



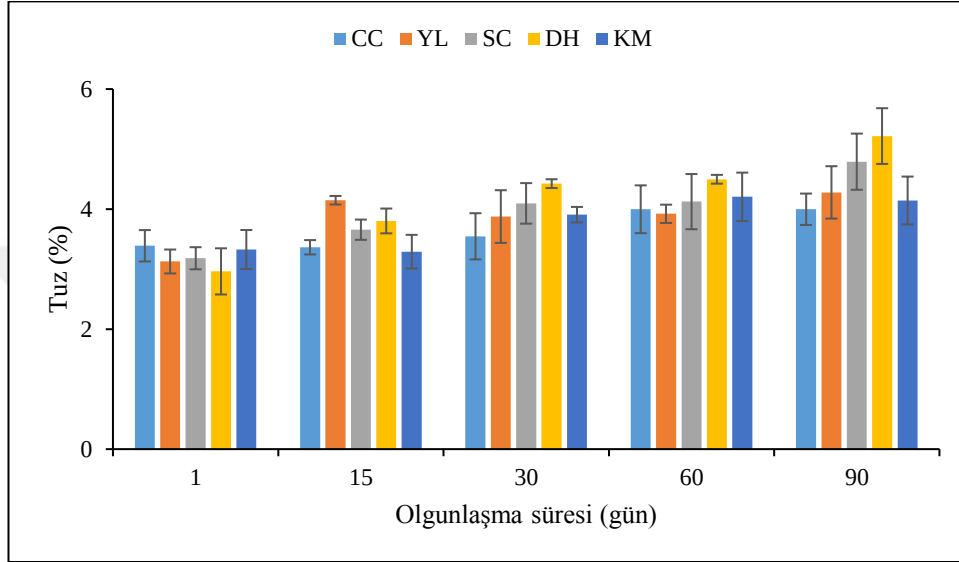
Şekil 4.1. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru madde oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde, örnekler için kuru madde oranının %38.62 ile %45.82 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşmanın başlangıcında bütün peynirlerde kuru madde oranları Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde (Tebliğ No: 2015/6) (Anonim, 2015), en az %40 olarak belirtilen değere uygun olduğu bulunmuştur. CC, YL (15. gün hariç), SC ve KM örneklerinin kuru madde değeri olgunlaşma boyunca Tebliğde belirtilen değere uygun olduğu belirlenmiştir. DH örneğinin olgunlaşma boyunca kuru madde değerinde dalgalanmalar söz konusu olup olgunlaşmanın ilk ve son gününde kuru madde değeri Tebliğe uygun bulunmuştur. DH ve YL örneklerinin kuru madde değerleri SC ve CC değerlerine göre düşük, KM örneğinin ise daha yüksek olduğu bulunmuştur. 90 günlük olgunlaşma süresi sonunda en düşük ve en yüksek ortalama kuru madde miktarı sırasıyla DH (%40.21) ve KM (%41.24) içeren örneklerde tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın başlangıcında örneklerin kuru madde değerleri yüksek olmasına rağmen olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde kuru madde değeri düşmüştür. Tzanetakis vd. (1995) ve Sarantinopoulos vd. (2002) peynirin olgunlaşması sırasında protein yapısındaki peptit bağlarının parçalanması ve bu parçalanma sonucu açığa çıkan yeni iyonik grupların salamuradan peynire su geçişine neden olduğunu belirtmişlerdir. Böylece yeni iyonik grupların salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin kuru madde oranlarında azalmalara yol açabileceğini ifade

etmiştir. Karahançer (2018), Erkaya ve Şengül (2015) ve Erkaya (2014) Beyaz peynir ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarda, olgunlaşma süresi boyunca Beyaz peynirlerin ortalama kuru madde değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.1.2. Tuz ve kuru maddede tuz

Beyaz peynirlerin tuz değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

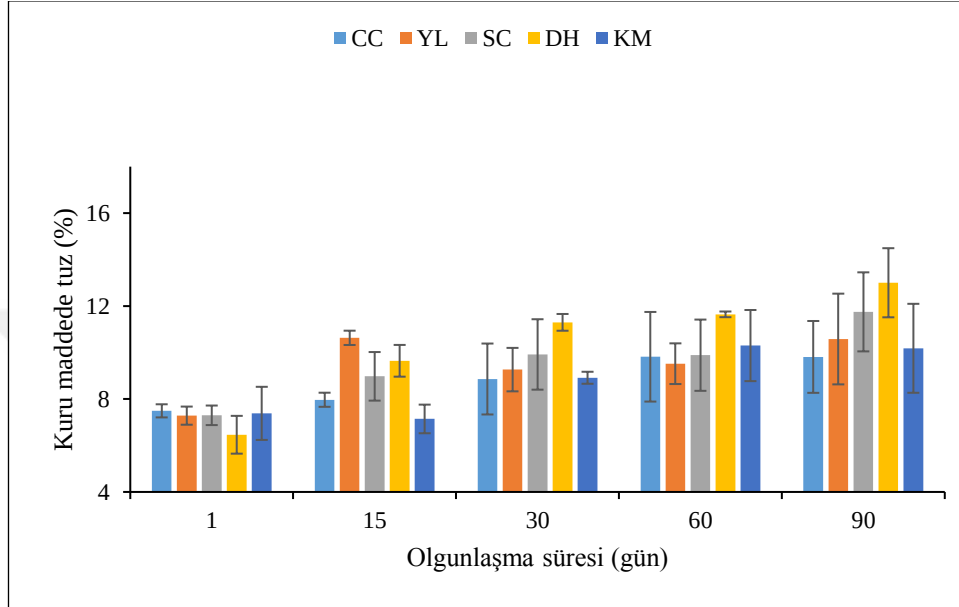


Şekil 4.2. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan tuz oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde örneklere ait tuz oranının %2.96 ile %5.22 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında tuz oranının en yüksek DH (%5.22) en düşük ise DH (%2.96) örneğine ait olduğu görülmüştür. Ayrıca olgunlaşma boyunca tuz oranının arttığı görülmektedir. Melilli vd. (2003), Guinee (2004) ve Guinee vd. (2017), peynir ile salamura arasında ozmotik basınç olduğunu belirtmişlerdir. Ozmotik basıncın dengelenmesi için salamuradaki tuz iyonlarının peynir kitlesine doğru hareketi söz konusudur. Peynirdeki nem, ozmotik basınç eşitleninceye kadar peynir matrisi içerisinden yayılır. Tuz ve suyun bu hareketi kazeinin dar matriksi tarafından engellenir. Akalın ve Karaman (2010), Beyaz peynirde tuz miktarlarının olgunlaşma süresince arttığını ve bu artışı salamura ile peynir kitlesi arasındaki engellenmiş difüzyon ile açıklamışlardır. Olgunlaşmanın ilk gününde ortalama tuz oranının %3.20 ve son gününde ise %4.48 olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 30 ve 60. günü dışında diğer günlerin tuz oranı farklılığı istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yılmaztekin vd. (2004), Beyaz peynir ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarda örneklerdeki tuz oranını % 3.62 ile % 5.52 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Erkaya (2014), peynirin su ve pH değeri arttıkça tuz

içeriğinin de arttığını belirtmektedir. Bu araştırmada bulunan sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir.

Beyaz peynirlerin kuru maddede tuz değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.



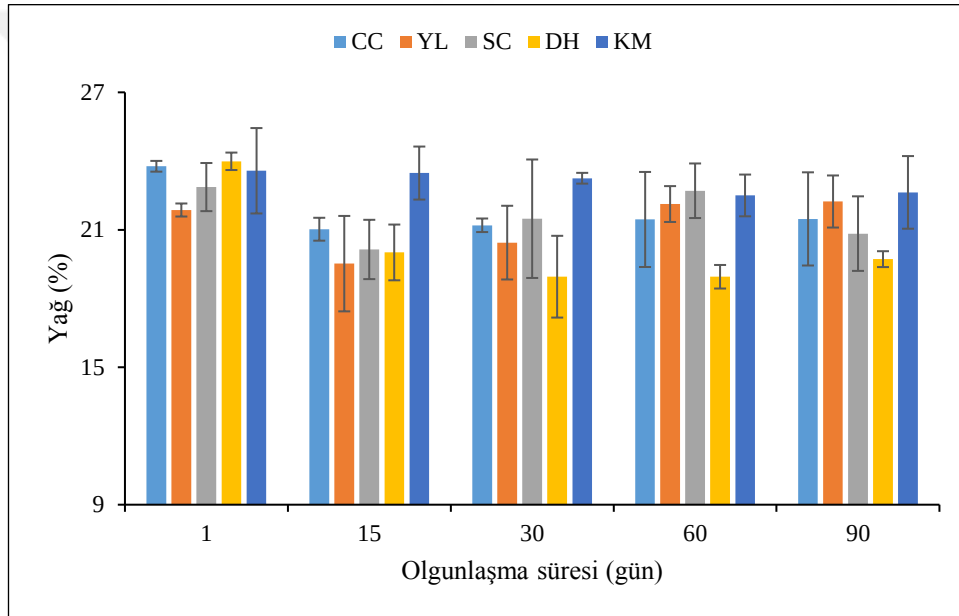
Şekil 4.3. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru maddede tuz oranları

Çizelge 4.2’de, örneklerin kuru maddede tuz oranlarının %6.46 ile %13.00 arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama kuru maddede tuz oranı en düşük ve en yüksek örnekler sırasıyla KM (%8.78) ve DH (%10.41) örnekleridir. Peynir örneklerine ait kuru maddede tuz oranlarının, olgunlaşma boyunca arttığı görülmektedir. Olgunlaşmanın ilk gününde ortalama tuz oranının %7.18 ve olgunlaşmanın son gününde ise %11.07 olduğu belirlenmiştir. Beyaz peynir için kuru maddede tuz oranının kritik değerinin en fazla %7.5 (Anonim, 2015) olduğu düşünülürse olgunlaşmanın 1. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinde ve olgunlaşmanın 15. gününde sadece KM örneğinde bu standarda uygun olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın diğer günlerinde ve örneklerinde kurumaddede tuz oranı standardın üzerinde belirlenmiştir. Kuru maddede tuz oranı peynirlerin kuru madde ve tuz oranına bağlıdır. Örneklerin olgunlaşma süresince kuru madde değerindeki azalışı ve bu esnada salamuradan peynire tuz geçişi göz önüne alındığında oluşan farklılıkların kuru maddede tuz oranına yansıdığı görülmüştür. Kasımoğlu vd. (2004), 90 günlük süre ile olgunlaştırdıkları Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma

süresi ile örneklerdeki kuru maddede tuz oranlarında artış olduğunu ve bu oranın %7.38 ile %9.88 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Kesenkaş (2005), Beyaz peyniri örneklerinde kuru maddede tuz oranının % 8.87 ile %14.90 arasında değiştiğini ve olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin kuru maddede tuz miktarlarında artış olduğunu ifade etmiştir. Literatürde sunulan bilgiler ile bu çalışmada elde edilen bulgular uyum göstermiştir.

4.2.1.3. Yağ ve kuru maddede yağ

Beyaz peynirlerin yağ değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

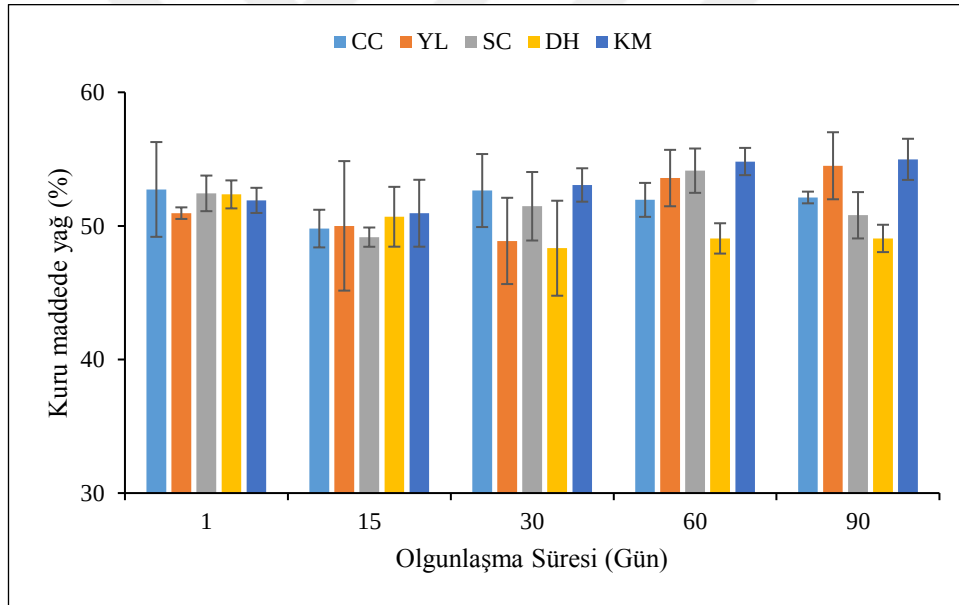


Şekil 4.4. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan yağ oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde, örneklere ait yağ oranının %18.95 ile %23.99 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında ortalama yağ oranının en yüksek KM (%23.09), en düşük ise DH (%20.32) örneğine ait olduğu görülmüştür. Peynir örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününde ortalama yağ oranı (%20.84) en düşük iken, olgunlaşmanın ilk günü en yüksek yağ oranına (%23.21) sahip olduğu görülmüştür. Olgunlaşmanın 1. günü dışında diğer olgunlaşma günlerinde örneklerin yağ oranındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kesenkaş (2005), 90 günlük olgunlaştırılmış Beyaz peynir örneklerinde yağ oranlarını %17.75 ile %23.83 arasında bulmuştur. Madadlou vd. (2007), farklı konsantrasyonlardaki (%9, %13 ve %17) salamuralarda 8 haftalık olgunlaştırma sonunda İran Beyaz peynirlerinin yağ

oranlarını sırası ile %11.2, %12.4 ve %16.2 bulmuştur. Bu çalışmada kullanılan sütün yağ oranının ise % 3.30 olduğu belirtilmiştir. El Owni ve Hamid (2008) 240 günlük olgunlaştırma sonunda Beyaz peynir örneklerinde yağ oranını %17.31 ile %22.16 arasında bulmuştur. Sahingil (2012), 6 °C’de 120 günlük olgunlaştırılmış Beyaz peynir örneklerinde yağ oranını %22.00 ile %28.50 arasında bulmuştur. Literatürde sunulan bu bilgiler ile çalışmada elde edilen bulgular uygunluk göstermiştir. Sahingil (2012), olgunlaşma boyunca peynir örneklerindeki yağ oranlarının değişiklik göstermesinin nedenini olgunlaşma esnasında salamura peynirlerdeki kuru madde içeriğinin değişkenlik göstermesine bağlamıştır. Ayrıca peynirdeki mikroorganizmaların lipolitik aktivite göstermesine bağlı olarak peynirdeki trigliseritlerin hidrolize uğraması sonucu yağ oranında azalmalara neden olabileceğini de ifade etmiştir.

Beyaz peynirlerin yağ oranları ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.5’de verilmiştir.



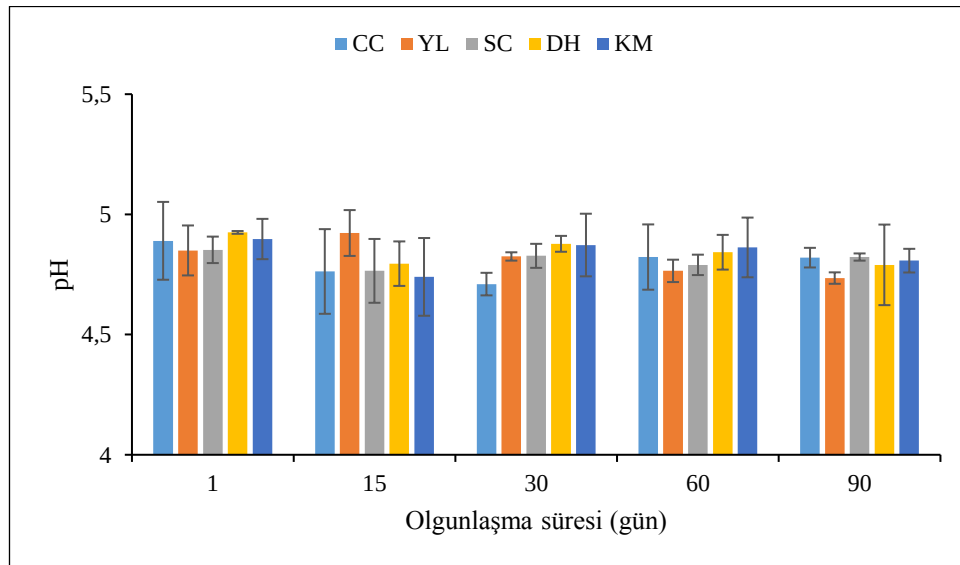
Şekil 4.5. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan kuru maddede yağ oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde, örneklere ait kuru maddede yağ oranının %48.33 ile %54.98 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında ortalama kuru maddede yağ oranının en yüksek KM (%53.14) en düşük ise DH (%49.90) örneğine ait olduğu görülmüştür. Bu sonuçların örneklerin yağ oranı ile paralel olduğu görülmektedir. Peynir örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününde ortalama yağ oranı (%50.12) en düşük, olgunlaşmanın 60. gününde en yüksek yağ oranına (%52.71) sahip

olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresi boyunca peynir örneklerinin kuru maddede yağ oranında artış ve azalışlar saptanmıştır. Bu durum peynir örneklerinde kurumadde oranının değişiklik göstermesi ve/veya peynir kültürlerinin lipolitik aktivitesinden kaynaklı olabilir. Buna rağmen olgunlaşmanın 1. ve 15. günlerinde Beyaz peynir örnekleri arasında ve CC örneğinin tüm olgunlaşma günleri arasında kuru maddede yağ oranlarındaki farklılıkların önemli olmadığı bulunmuştur ($P>0.05$). Kesenkaş (2005), salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde olgunlaşma sırasında kuru maddede azalmalar meydana geldiğini belirtmiştir. Bu azalmalar peynirde özellikle yağ ve tuz gibi, peynirin kalite ve lezzetini etkileyen bileşenleri de etkilediğinden peynirde kuru maddede yağ ve tuz oranlarının değerlendirilmesinin daha uygun olacağını ifade etmiştir. Bu bakımdan olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin kuru maddede yağ miktarlarında artma ve azalmalar olduğunu ve bu değerlerin %50.47 ile %60.76 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sahingil (2012), 6 °C’de 120 günlük olgunlaştırılmış Beyaz peynir örneklerinde kuru maddede yağ oranını %50.39 ile %67.09 arasında bulmuştur. Hayaloglu vd. (2002), tam yağlı Beyaz peynirde kuru maddede yağ oranının en az % 45 olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada bulunan değerler sunulan literatür ile uyum göstermiştir.

4.2.1.4. pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit)

Beyaz peynirlerin pH değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

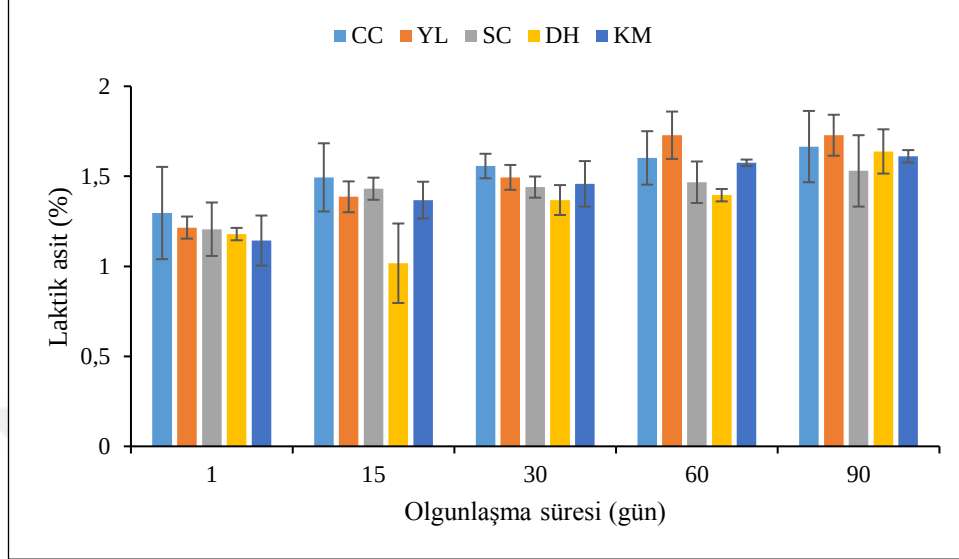


Şekil 4.6. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri

Çizelge 4.2 incelendiğinde, örnekler ait pH değerlerinin 4.71 ile 4.93 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında pH değerinin en yüksek DH (4.85) en düşük ise CC (4.80) örneğine ait olduğu görülmüştür. Tüm peynir örnekleri arasında pH değeri bakımından istatistik açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Peynir örneklerinde olgunlaşmanın 15. ve 90. gününde ortalama pH değeri (4.80) en düşük iken olgunlaşmanın ilk gününün en yüksek pH değerine (4.88) sahip olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresi boyunca örneklerin pH değerinde dalgalanmalar söz konusu olup olgunlaşmanın 1. ve 30. günü dışında diğer olgunlaşma günlerinde örneklerin pH değerleri istatistik açıdan birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Fleet (1990), maya türlerinin birçoğunun laktozu kullanabilme yeteneğine sahip olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı mayaların bu etkinliği ile oluşan ürünlerin pıhtının pH'sının yükselmesine neden olduğunu ifade etmektedir. Araştırma bulgularına bakıldığında, DH ve KM örneklerinin pH'sının yüksek olması bu maya kültürlerinin laktozu diğer kültürler göre daha fazla kullanabildiğini düşündürmektedir. Hayaloglu (2007), Beyaz peynir ile ilgili yaptığı çalışmada, örnekler ait pH değerlerinin 4.75 ile 5.17 aralığında olduğunu belirlemiş ve genellikle olgunlaşma süresi ile pH'nın düştüğünü belirtmiştir. Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerinin 4.98 ile 5.21 arasında değiştiğini ve istatistik açıdan önemli derecede olmasa da olgunlaşma süresince artış ve azalışlar gösterdiğini belirtmiştir. Bu değişikliklerin nedenini ise laktozun olgunlaşmanın başlangıcında hızlı bir şekilde metabolize olması ile laktik asitin oluşması ve bunun sonucunda pH'nın düşebileceği, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise laktik asitin parçalanması ve proteoliz sonucu açığa çıkan alkali karakterli parçalanma ürünlerinin pH'yı yükseltebileceği şeklinde açıklama yapmıştır. Bu çalışmada bulunan pH değerleri yukarıda bahsedilen literatürler ile benzerlik göstermektedir.

Beyaz peynirlerin laktik asit değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde örnekler ait laktik asit değerlerinin %1.02 ile %1.73 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında ortalama laktik asit değerinin en yüksek CC örneğinde (%1.52), en düşük ise DH (%1.32) örneğine ait olduğu görülmüştür. Peynir örneklerinde olgunlaşmanın ilk gününde ortalama laktik asit değeri (%1.21) en düşük iken olgunlaşmanın 90. gününde en yüksek laktik asit değerine (%1.63) sahip olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresince örneklerin laktik

asit değerinde genel bir artış olmuştur. Peynirlere ait laktik asit içeriğine bakılacak olursa maya kültürlerinin kullanıldığı YL ve DH örneğinin olgunlaştımanın sonunda CC örneğine göre laktik asit miktarının daha yüksek olduğu görölmektedir.



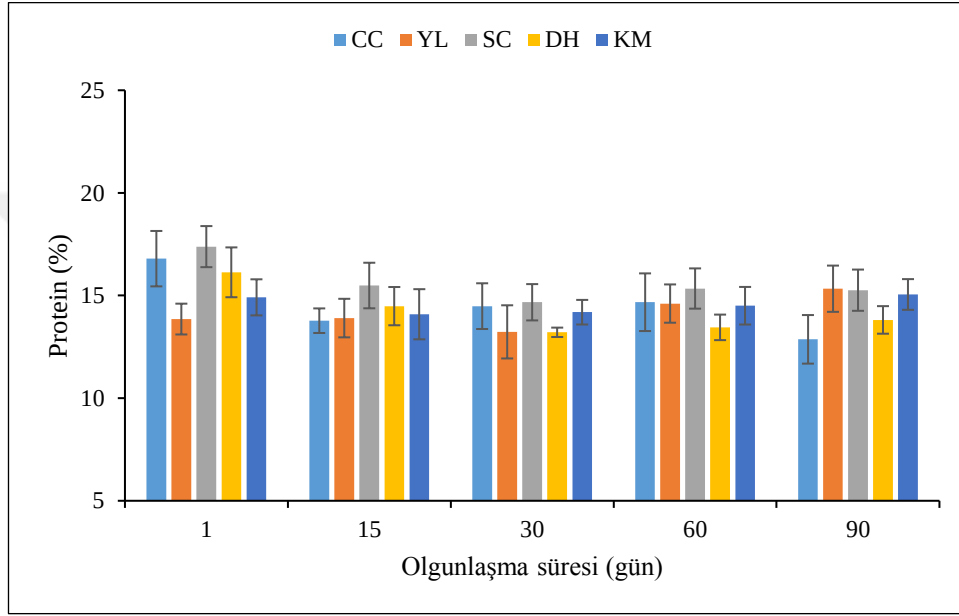
Şekil 4.7. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan laktik asit oranları

Ferreira ve Viljoen (2003), maya inoküle edilmiş peynirlerdeki yüksek laktik asit içeriğinin, amino asit ve vitamin gibi maya metabolitlerini kullanmasına bağlı olarak laktik asit bakterilerinin aktivitelerindeki artıştan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Örneklerin laktik asit değerleri üzerinde olgunlaşma süresinin istatistik açıdan önemli derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur ($P<0.05$). Kesenkaş (2005) asitlik açısından Beyaz peynir üretiminde yardımcı kültür olarak maya kullanımının etkisini belirlemede, pH değerinden ziyade titrasyon asitliğinin (%laktik asit) değerlendirilmesinin daha uygun olacağını belirtilmiştir. Bulat (2011), peynirlerde titrasyon asitliği değerlerinin, laktik asit olarak %0.69 ile %1.05 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacı, tüm peynir denemelerinde olgunlaşma süresince titrasyon asitliğinde dalgalanmaların meydana geldiğini belirtmiştir. Bu dalgalanmaların nedenini ise olgunlaşma süresince proteolitik aktivite sonucu oluşan alkali karakterli maddelerin oluşumundan ve kuru madde miktarındaki olası farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği şeklinde açıklamıştır. Kasımoğlu vd. (2004), Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde görölen dalgalanmaların salamura olgunlaştırılmış peynirlerde artan tuz miktarının kullanılan kültürlerin faaliyetini kısıtlaması ve oluşan asidin bir kısmının salamuraya geçmesi ile açıklamıştır. Hayaloğlu (2003), Beyaz peynir örneklerinin 90 günlük olgunlaşma

süresince laktik asit içeriğini %0.51 ile %2.07 arasında bulmuştur. Hayaloğlu vd. (2002), salamura Beyaz peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerinin %0.37 ile %3.80 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmada bulunan laktik asit içeriği literatür sonuçları ile uyum göstermektedir.

4.2.1.5. Toplam protein

Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince belirlenen protein oranları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan toplam protein oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde, örnekler ait toplam protein miktarlarının %12.86 ile %17.38 arasında değiştiği görülmektedir. Peynir örnekleri arasında ortalama protein oranlarının en yüksek SC (%15.63), en düşük ise YL (%14.18) örneğine ait olduğu görülmüştür. Peynir örnekleri arasında protein miktarları kıyaslandığında, SC örneğinin protein miktarının diğer peynirlerden istatistik açıdan önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Peynir örneklerinde olgunlaşmanın ilk gününde ortalama protein miktarı (%15.81) en yüksek iken, olgunlaşmanın 30. gününde en düşük protein miktarına (%13.96) sahip olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın ilk 30 gününde örneklerin protein miktarında bir azalış görülmüş ancak 60. günde artmış ve olgunlaşmanın sonunda tekrar azalmıştır. Örneklerin protein oranları üzerinde olgunlaşma süresinin etkili olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Kesenkaş (2005), farklı maya kültürleri ile üretilen Beyaz peynir örneklerinin toplam protein oranlarının %11.02 ile %13.93 arasında değiştiğini belirtmiştir. Birçok araştırmacı, salamura ile

olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince protein miktarlarında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu azalmanın kalıntı peynir mayası, plasmin, starter ve starter olmayan bakterilerin ürettikleri enzimler gibi çeşitli enzimlerle kazeinin parçalanması sonucu oluşan suda çözünür özellikteki yeni bileşiklerin artması ve bu bileşenlerin peynir salamurasına geçmesinden kaynaklandığını belirtmektedir (Hayaloğlu, 2003; Erkaya, 2004; Kesenkaş, 2005; Karaca, 2007; Bulat, 2011; Karahançer, 2018). Çalışma kapsamında bulunan sonuçlar bahsedilen çalışmalardaki sonuçlar ile uyum göstermektedir.

4.2.1.6. Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları

Beyaz peynirlerde olgunlaşma boyunca belirlenen kimyasal ve fiziksel özelliklerinin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre, örneklerin pH dışında fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Olgunlaşma süresinin peynirlerin tüm fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonunun kuru madde ve pH dışında peynirlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.3. Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Fiziksel ve kimyasal özellikler	KO	F	P
Örnek	Kuru madde	23.418	4.119	0.005
	Tuz	0.789	8.042	0.000
	Kuru maddede tuz	9.014	6.558	0.000
	Yağ	20.015	11.197	0.000
	Kuru madde de yağ	26.700	5.725	0.000
	pH	0.007	0.695	0.598
	Titrasyon asitliği	0.135	8.132	0.000
	Toplam protein	6.927	7.126	0.000
Olgunlaşma süresi	Kuru madde	48.761	8.576	0.000
	Tuz	4.821	49.119	0.000
	Kuru maddede tuz	43.627	31.737	0.000
	Yağ	17.632	9.864	0.000
	Kuru madde de yağ	23.274	4.991	0.001
	pH	0.026	2.673	0.038
	Titrasyon asitliği	0.576	34.664	0.000
	Toplam protein	9.893	10.177	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	Kuru madde	8.613	1.515	0.117
	Tuz	0.361	3.683	0.000
	Kuru maddede tuz	3.224	2.345	0.007
	Yağ	4.346	2.432	0.005
	Kuru madde de yağ	10.492	2.250	0.010
	pH	0.012	1.262	0.244
	Titrasyon asitliği	0.031	1.853	0.039
	Toplam protein	2.918	3.002	0.001

4.2.2. Beyaz peynirlerin salamuralarında kimyasal ve fiziksel özellikler

Salamura kalitesi, peynirin kalitesini ve tüketici güvenliğini belirlemede önemli bir faktördür. Ana bileşeni tuz olmasına rağmen salamuranın genel bileşimi çok daha karmaşıktır ve kimyasal dengesinin son peynirin kalitesini belirlemede önemli bir rolü vardır (Bintsis, 2006). Yapılan literatür taramasında, salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince salamuradan peynir kitlesine tuz geçişi ve peynirden salamuraya ise proteoliz gibi nedenlerden çeşitli bileşiklerin geçtiği ifade edilmiştir. Salamura ve peynir arasındaki bu madde geçişleri salamura ve peynirde bileşim değişimlerine neden olmaktadır. Bu nedenle çalışmada peynir örneklerine ait salamuralarda kimyasal ve fiziksel özellikler de araştırılmıştır. Çalışmada 90 günlük olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir salamuralarına ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.4’te verilmiştir.

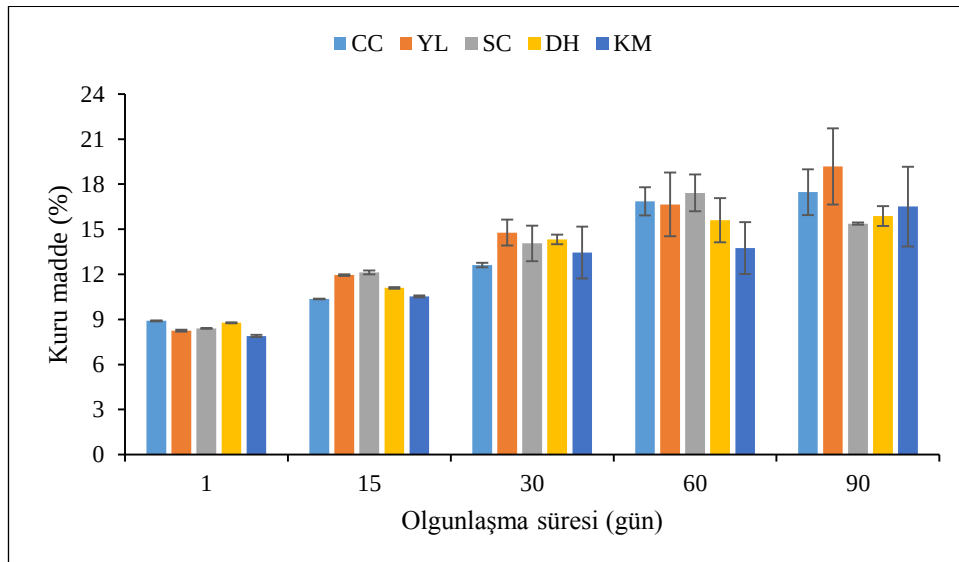
Çizelge 4.4. Beyaz peynirlerin salamuralarında kimyasal ve fiziksel özellikler

Özellik	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Kuru madde (%)	1	8.91±0.03 ^{e,A}	8.24±0.06 ^{b,A}	8.40±0.02 ^{c,A}	8.77±0.03 ^{d,A}	7.89±0.07 ^{a,A}
	15	10.36±0.01 ^{a,B}	11.95±0.04 ^{d,B}	12.12±0.13 ^{e,B}	11.09±0.05 ^{c,B}	10.53±0.06 ^{b,B}
	30	12.62±0.14 ^{a,C}	14.77±0.86 ^{b,C}	14.06±1.18 ^{ab,C}	14.33±0.32 ^{b,C}	13.45±1.73 ^{ab,C}
	60	16.86±0.93 ^{b,D}	16.65±2.12 ^{b,D}	17.41±1.22 ^{b,E}	15.61±1.47 ^{ab,D}	13.75±1.72 ^{a,C}
	90	17.47±1.53 ^{ab,D}	19.19±2.54 ^{b,D}	15.37±0.08 ^{a,D}	15.87±0.66 ^{ab,D}	16.51±2.66 ^{ab,D}
Tuz (%)	1	8.13±0.00 ^{e,B}	7.37±0.00 ^{b,B}	7.43±0.00 ^{c,BC}	7.31±0.00 ^{a,A}	7.66±0.00 ^{d,A}
	15	7.96±0.25 ^{b,B}	7.90±0.00 ^{b,B}	7.41±0.31 ^{ab,BC}	7.75±0.17 ^{ab,A}	7.39±0.28 ^{a,A}
	30	6.64±0.81 ^{a,A}	6.61±1.15 ^{a,A}	6.55±0.53 ^{a,A}	7.03±0.66 ^{a,A}	7.08±0.36 ^{a,A}
	60	7.53±0.60 ^{ab,B}	6.73±0.53 ^{a,B}	6.95±0.50 ^{ab,AB}	7.49±0.40 ^{ab,A}	7.61±0.41 ^{b,A}
	90	8.04±0.56 ^{bc,B}	7.31±0.41 ^{ab,B}	7.68±0.28 ^{abc,C}	7.02±0.86 ^{a,A}	8.48±0.53 ^{c,B}
pH	1	5.08±0.01 ^{d,C}	5.00±0.00 ^{b,C}	5.01±0.00 ^{c,C}	5.00±0.00 ^{b,C}	4.96±0.01 ^{a,C}
	15	4.65±0.01 ^{c,A}	4.79±0.01 ^{d,A}	4.62±0.01 ^{b,A}	4.62±0.01 ^{b,A}	4.54±0.01 ^{a,A}
	30	4.76±0.19 ^{a,AB}	4.85±0.10 ^{a,AB}	4.83±0.07 ^{a,B}	4.86±0.02 ^{a,B}	4.86±0.13 ^{a,BC}
	60	4.80±0.09 ^{a,B}	4.76±0.05 ^{a,B}	4.78±0.01 ^{a,B}	4.79±0.06 ^{a,B}	4.80±0.08 ^{a,B}
	90	4.83±0.05 ^{a,B}	4.73±0.08 ^{a,B}	4.82±0.03 ^{a,B}	4.79±0.18 ^{a,B}	4.84±0.01 ^{a,B}
Toplam protein (%)	1	0.75±0.01 ^{c,A}	0.51±0.02 ^{b,A}	0.50±0.06 ^{b,A}	0.74±0.03 ^{c,A}	0.27±0.05 ^{a,A}
	15	1.12±0.06 ^{a,B}	1.60±0.01 ^{c,B}	2.10±0.01 ^{e,B}	1.20±0.07 ^{b,A}	1.76±0.05 ^{d,B}
	30	2.59±0.07 ^{a,C}	3.08±0.10 ^{ab,C}	2.98±0.84 ^{ab,C}	3.28±0.08 ^{b,B}	2.92±0.29 ^{ab,B}
	60	3.47±0.47 ^{a,D}	3.25±1.11 ^{a,D}	3.42±0.84 ^{a,C}	3.25±1.46 ^{a,B}	2.95±1.30 ^{a,B}
	90	5.98±0.19 ^{ab,E}	6.97±0.08 ^{b,E}	5.78±0.24 ^{a,D}	5.36±0.28 ^{a,C}	5.34±1.54 ^{a,C}

Ortalama±SS. Sonuçlar iki tekerrür ortalamasıdır (n=2). Her bir uygulamanın olgunlaşma sonrasında $P<0.05$ düzeyinde farklılıkları aynı satırda farklı küçük harflerle (a-e), aynı sütunda ise farklı büyük harflerle (A-E) gösterilmektedir. CC: klasik kültür, YL: klasik kültür ve *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür ve *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür ve *D. hansenii*, KM: klasik kültür ve *K. marxianus*.

4.2.2.1. Kuru madde

Beyaz peynirlerin salamuralarına ait kuru madde miktarları ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında kuru madde oranları

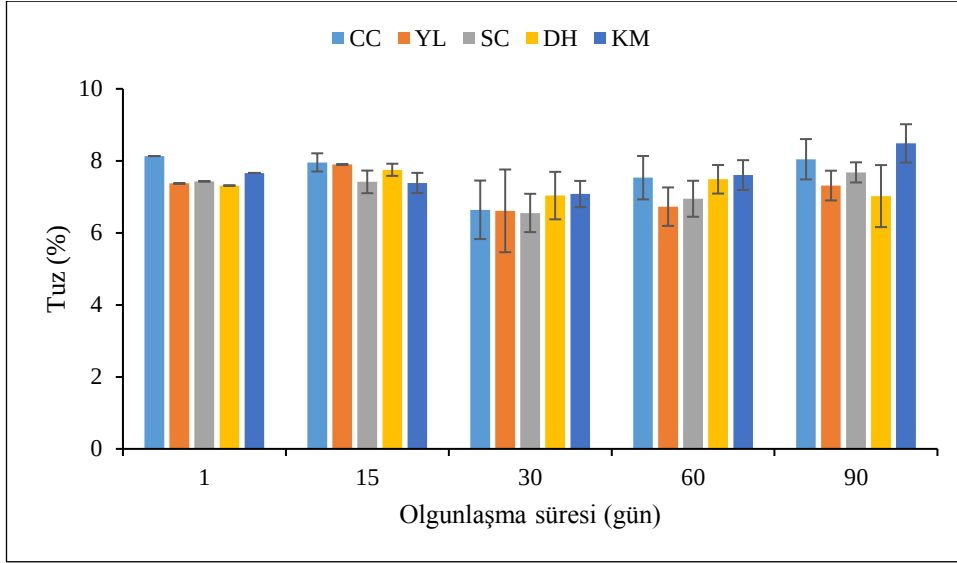
Salamuralara ait kuru madde oranının %7.89 ile %19.19 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.4). Olgunlaşma süresi boyunca salamuraların ortalama kuru

madde deęerlerinden en dūřuęu KM (%12.72), en yūkseęi ise YL (%14.16) ōrneęinde belirlenmiřtir. Salamuraların kuru madde deęerleri karřılařtırıldıęında ōrneklerin birbirinden ōnemli derecede farklı olduęu gōrūlmektedir ($P<0.05$). Salamuraların olgunlařma sūresince, ortalama en yūkseک ve en dūřuk kuru madde deęerleri sırasıyla %8.44 (1. gūn) ve %16.88 (90. gūn) olarak belirlenmiřtir. SC ōrneęinin 90. gūnū dıřında dięer ōrneklerin kuru madde oranları olgunlařma sūresince artıř gōstermektedir. Tūm olgunlařma gūnlerine ait kuru madde deęerlerinin birbirinden istatistiki olarak ōnemli derecede farklılık gōsterdięi belirlenmiřtir ($P<0.05$).

Salamurada olgunlařtırılmıř Beyaz peynirlerin olgunlařma sırasında hem kendisi hem de salamurasında kimyasal olarak deęiřiklik olmuřtur. Bu nedenle salamuranın kimyasal bileřimi Beyaz peynirin olgunlařmasında ōnemli bir rol oynayabilir. Peynir, taze salamura ortamına bırakıldıęında çoęunlukla peynir kaynaklı (çōzūnūr proteinler ve peptitler, inorganik tuzlar, laktoz, laktatlar ve hatta peynir parçacıkları vb) çeřitli çōzūnen maddelerle salamura bileřimi ařamalı olarak deęiřir. Ayrıca peynir tarafından tuzun emiliminden kaynaknan, salamuranın tedricen seyreilmesi de sōz konusudur. Olgunlařmanın ilk ařamalarında, peynir ve buna karřılık salamura arasında suda çōzūnūr bileřiklerin bir deęiřimi vardır ve ardından denge oluřur. Salamura bileřiminde genellikle tuz, sūt kaynaklı proteinler (peynir altı suyu proteinleri, peynir parçacıkları), sūt yaęı, laktoz, laktat bulunur (Bintsis, 2006). Salamura kompozisyonunda olgunlařma boyunca hakim bileřenin tuz olduęu ve zamanla protein içerięinin arttıęı gōrūlmūřtur (Bintsis, 2006).

4.2.2.2. Tuz

Beyaz peynirlerin salamuralarına ait tuz miktarları ve 90 gūnlūk olgunlařma sūresince bu deęerlerde meydana gelen deęiřimler Çizelge 4.4 ve řekil 4.10'da verilmiřtir.



Şekil 4.10. Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında tuz oranları

Salamuralara ait tuz oranı %6.55 ile %8.48 arasında değişmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca salamuraların ortalama tuz miktarlarının en düşük YL (%7.18) en yüksek ise CC (%7.66) örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Salamuraların olgunlaşma günlerine göre ortalama en yüksek ve en düşük tuz miktarları sırasıyla %7.71 (90. gün) ve %6.78 (30. gün) olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma boyunca salamura örneklerinin 60. güne kadar tuz oranlarının azaldığı 60. ve 90. günde ise artış olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12).

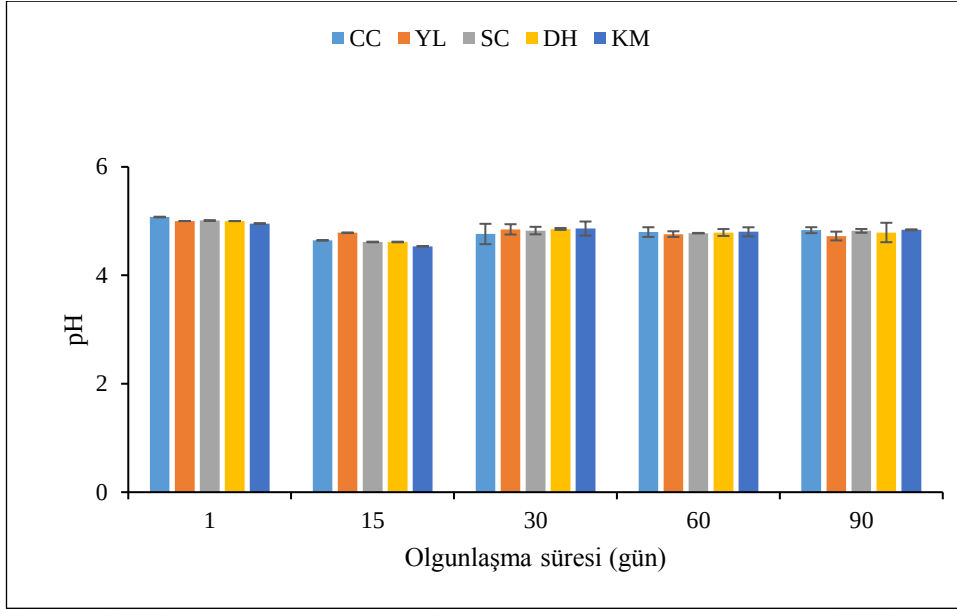
Bintsis (2006), salamurada tuz oranı çok düşük olursa starter mikroorganizmaların aşırı derecede gelişmesi sonucu asitliğinin çok yükselebileceğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca, salamurada tuz oranı çok yüksek olursa yetersiz asitlik gelişimi ve nem oranı yüksek peynir oluşumuna neden olabileceği, bu durumun ise yumuşak peynir oluşumuna ve aşırı derecede proteolizin meydana gelmesi ile acılık gibi istenmeyen olası tat kusurlarına neden olabileceğini belirtmiştir. Aynı araştırmacı, ticari ve deneysel Feta peynirlerine ait salamuraların taze ve olgun dönemlerine ait kimyasal kompozisyonunu incelemiştir. Taze ve olgun peynirlerin salamura tuz oranları sırasıyla ticari peynir salamurasında %6.65 ve %6.7, deneysel peynir salamurasında ise %5.37 ve %5.21 olarak saptamıştır. Bintsis vd. (2000), Feta peyniri üretimi esnasında telemeden suyun uzaklaştırılması için telemenin yaklaşık 20°C’de gece boyunca bekletildiğini belirtmiştir. Daha sonra sertleşen kitlenin 1 kg’lık parçalar halinde kesildiğini ve elde edilen peynirlere kuru tuzlama yapıldığını belirtmiştir. Son olarak, 18-20 °C’de tuzlanmış blokların 2-3 hafta boyunca %6-8 NaCl içeren salamura

tanklarında depolandığını (ön olgunlaştırma aşaması) belirtmiştir. Peynirin son depolama sıcaklığının yaklaşık 5 °C olduğunu ve bu sıcaklıkta satıştan önce 24 ay daha salamurada bekletildiğini ifade etmiştir. Bintsis vd. (2000), 2 farklı Feta peyniri işletmecisinden (A ve B) aldığı peynirlerin salamuralarının farklı olgunlaşma aşamalarında (15., 30. ve 60. gün) kimyasal analizlerini yapmıştır. Araştırmacıların yaptığı analizler sonucunda salamuraların tuz oranlarının %5.5 ile %7.9 arasında olduğu belirlenmiştir. İki işletmeye ait salamuraların tuz oranları birbirinden oldukça farklı olmasına rağmen olgunlaşma süresi boyunca her iki işletmeye ait salamuraların tuz oranında önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Çalışmada olgunlaşma süresi ile salamuraların tuz oranlarında değişiklik olması yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları ile farklılık göstermektedir. Bu durumun nedeni üretim esnasında telemenin suyunun uzaklaştırılması için geçen süre ve üretimde kullanılan kültürlerin aktivitesindeki farklılık olabilir.

4.2.2.3. pH

Beyaz peynirlerin salamuralarına ait pH değerleri ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde, salamuralara ait pH değerinin 4.54 ile 5.08 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca salamuraların ortalama pH değerlerinden en düşüğü KM (4.80), en yükseği ise CC ve YL (4.82) örneklerinde ait olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 30, 60 ve 90. günlerinde salamura örneklerinin pH değerleri birbirinden istatistik açıdan önemli derecede farklı bulunmamıştır ($P>0.05$). Salamuraların olgunlaşma günlerine göre ortalama en yüksek ve en düşük pH değerleri sırasıyla 5.01 (1. gün) ve 4.64 (15. gün) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında pH değerleri

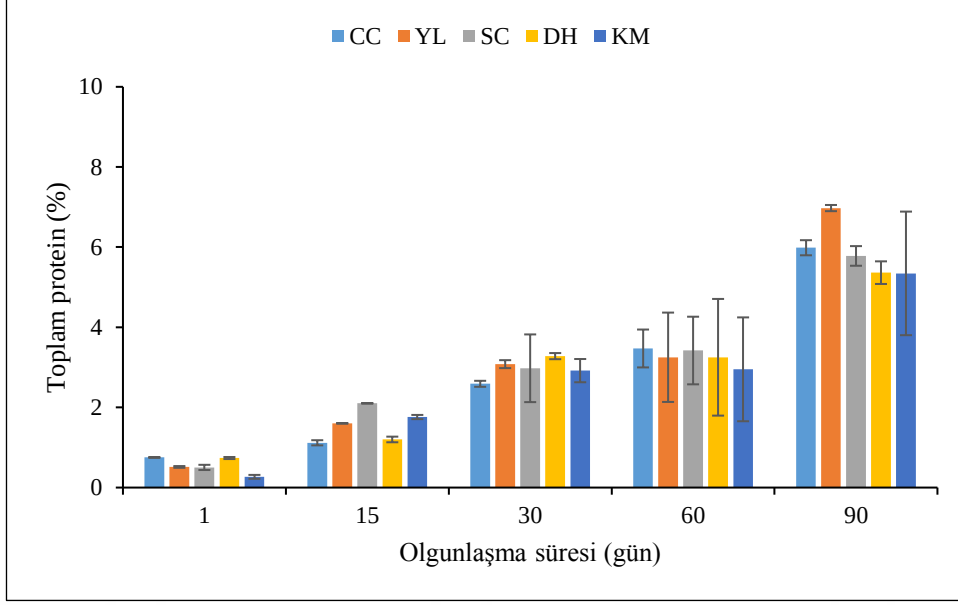
Peynir telemesinin nem içeriği, tuz emiliminde önemli bir faktördür ve telemenin nem oranı arttıkça tuz absorpsiyon oranı artmaktadır. Ayrıca salamuraya ait pH değeri ve kalsiyum içeriği de peynirin tuz içeriğini etkileyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada Gouda peynirinde yumuşak kabuk kusurlarını ve anormal tuz alımını önlemek için peynir pH'sına benzer bir tuzlu su pH'nın ve yaklaşık %0.5-0.6 kalsiyum konsantrasyonunun gerekli olduğunu bildirmiştir (Bintsis, 2006). Guinee (2004), düşük pH'ya sahip peynirlerde daha yüksek seviyede laktat meydana geldiğini belirtmiştir. Bu durum ise peynirlerde düşük su kaybını sağlamakta ve salamuradan daha fazla tuz alımına karşılık gelmektedir. Bintsis (2006), uygulamada Feta ve benzeri peynirlerin üretiminde salamura pH'sının 4.6 ile 5.0 arasında ayarlandığını ve salamuranın üretim aşamasına bağlı olarak pH ayarı ile koruyucu etkinin olduğunu belirtmiştir. Çalışmada peynir kitlesinin salamuradan tuz alımını normal seviyede tutabilmek amacı ile %10 NaCl oranında salamura hazırlanmıştır. Ancak salamura tuz içeriğinin düşük oranda tutulması ile peynirlerde bozulma problemi meydana gelmiştir. McSweeney ve Fox (1997), dahili bakterilerle olgunlaştırılmış peynirlerin pH'sının çoğunlukla 5.2 olduğunu belirtmiştir. Düşük tuz içeriğine sahip salamura ortamında meydana gelebilecek problemler, asitliğin koruyucu etkisinden faydalanılarak laktik asit yardımıyla salamura pH'sının 5.2'ye getirilmesiyle giderilmeye çalışılmıştır. Bintsis vd. (2000), iki farklı Feta peyniri işletmecisinden (A ve B) aldığı peynirlerin salamuralarının farklı olgunlaşma aşamalarında (15., 30. ve 60. gün) kimyasal analizlerini yapmıştır. Yaptığı analizler sonucunda salamuraların

pH değerinin 4.1 ile 4.5 arasında olduğunu belirlemiştir. Salamura pH değerleri kıyaslandığında A salamurasının pH değerinin daha yüksek olduğunu saptamıştır. Araştırmacılar bu durumun nedenini ise B salamurasının daha yüksek protein içeriğine ve proteinin tamponlama kapasitesine sahip olmasına dayandırmıştır. A salamurasında yüksek miktarda starter olmayan laktik asit bakterilerinin olduğunu ve bu mikroorganizmaların salamuradaki laktozu yavaş yavaş laktik aside metabolize etmesi sonucu salamurada zamanla asitliğin arttığı belirlenmiştir. B salamurasında ise düşük laktoz içeriği ve yüksek tuz içeriğinin olması mikrobiyal aktivite üzerinde sınırlayıcı etkide bulunması sonucu daha yüksek pH değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Bintsis (2006), ticari ve deneysel Feta peynirlerine ait salamuraların taze ve olgun dönemlerine ait kimyasal kompozisyonunu incelemiştir. Taze ve olgun peynirlerin salamura pH değerleri sırasıyla ticari peynir salamurasında 4.25 ve 4.35, deneysel peynir salamurasında ise 4.40 ve 4.45 olarak saptamıştır. Çalışmada bulunan pH değeri yukarıda bahsedilen çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun nedeni üretimdeki farklılıklar ve peynirden salamuraya geçen protein kaynaklı bileşiklerin miktarı olabilir.

4.2.2.4. Toplam protein

Beyaz peynirlerin salamuralarına ait toplam protein miktarları ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde salamuralara ait toplam protein oranlarının %0.27 ile %6.97 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca salamuraların ortalama protein değerlerinden en düşüğü KM (%2.65) en yükseği ise YL (%3.08) örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Salamuraların olgunlaşma günlerine göre ortalama en yüksek ve en düşük protein miktarları sırasıyla %5.89 (90. gün) ve %0.55 (1. gün) olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma boyunca salamura örneklerinin protein oranlarında artış olmuştur. Olgunlaşmanın 60. gününde salamuraların protein oranları karşılaştırıldığında protein oranlarında önemli derecede farklılık görülmemiş ($P>0.05$), ancak diğer depolama günlerinde önemli derecede farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.12. Beyaz peynir örneklerinin salamuralarında toplam protein oranları

Bintsis vd. (2000), iki farklı Feta peyniri işletmecisinden (A ve B) aldığı peynirlerin salamuralarının farklı olgunlaşma aşamalarında (15, 30 ve 60. gün) kimyasal analizlerini yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda salamuraların protein oranlarının % 0.9 ile % 3 arasında bulunmuştur. Araştırmacılar olgunlaşma süresince her iki işletmeye ait protein içeriğinin sabit olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışmasında, olgunlaşma süresi boyunca salamurada çeşitli türlerdeki biyokimyasal değişikliklerin sürekli devam ettiğini ve muhtemel farklı substrat ve/veya substrat oranlarının ve belki de farklı oranlarda fermasyonun gerçekleşmesine bağlı olarak farklı son ürünlerin üretilmesinin mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir. Bintsis (2006), ticari ve deneysel Feta peynirlerine ait salamuraların taze ve olgun dönemlerine ait kimyasal kompozisyonunu incelemiştir. Taze ve olgun peynirlerin salamura protein oranları sırasıyla ticari peynir salamurasında sırasıyla %1.90 ve %2.00, deneysel peynir salamurasında ise sırasıyla %1.61 ve %2.13 olarak saptamıştır. Araştırmacı salamuraların protein içeriği bakımından birbirinden farklı olduğunu özellikle deneysel gruba ait salamuralarda olgunlaşma süresi ile azotlu maddelerin konsantrasyonundaki artışın belirgin olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacı bu durumu suda çözünür özellikte proteoliz ürünleri olan peptit ve serbest amino asitlerinin peynir kitlesinden salamura ortamına difüze olması ile açıklamıştır. Araştırmacı aynı zamanda Feta peynirleri salamurasının peptit profilinde hidrofilik peptitlerin ve peynir altı suyu proteinlerinin yaygın olduğunu ve hidrofobik peptitlerin olmadığını, peynirin suda çözünür fraksiyonuna benzerlik gösterdiğini belirlemiştir.

Çalışmada, olgunlaşma süresi ile salamurada azotlu bileşenlerin miktarında artış olması literatür ile uyum göstermektedir.

4.2.2.5. Beyaz peynirlerin salamuralarının kimyasal ve fiziksel özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları

Beyaz peynirler salamuralarında olgunlaşma boyunca belirlenen kimyasal ve fiziksel özelliklerinin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Beyaz peynirlerin salamuralarının kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kimyasal ve fiziksel özellikler	KO	F	P
Örnek	Kuru madde	7.824	5.828	0.000
	Tuz	1.091	4.610	0.002
	pH	0.002	0.401	0.807
	Toplam protein	0.592	1.580	0.188
Olgunlaşma süresi	Kuru madde	243.320	181.250	0.000
	Tuz	3.033	12.819	0.000
	pH	0.348	66.234	0.000
	Toplam protein	81.835	218.256	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	Kuru madde	3.924	2.923	0.001
	Tuz	0.467	1.973	0.026
	pH	0.014	2.622	0.003
	Toplam protein	0.605	1.613	0.086

Beyaz peynirlerde olgunlaşma boyunca belirlenen kimyasal ve fiziksel özelliklerinin v analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre, örneklerin salamuralarının kuru madde ve tuz üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Olgunlaşma süresinin peynirlerin tüm fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun toplam protein dışında peynir salamuralarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

4.3. Beyaz Peynirlerde Meydana Gelen Proteoliz

Çalışmanın bu kısmında peynir örneklerinin pH 4.6-SN ve %12 TCA-SN oranları ile toplam serbest amino asit miktarı, ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi ile serbest amino asit miktarı, poliakrilamid jel elektroforetogramları

ile ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi ile peptit profilinin sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı proteolitik özelliklerindeki değişimler (n=2)

Örnek	Gün	pH 4.6-SN (%TN)	% 12 TCA-SN (%TN)	TFAA (mg Leu/g peynir)
CC	1	8.23±0.58 ^{a,C}	3.52±0.12 ^{a,A}	0.47±0.02 ^{d,B}
	15	8.92±0.09 ^{a,D}	5.65±0.05 ^{a,B}	0.47±0.01 ^{c,B}
	30	7.39±0.36 ^{a,B}	8.76±0.83 ^{b,C}	0.67±0.02 ^{e,C}
	60	6.93±0.21 ^{a,A}	6.34±0.22 ^{a,D}	0.44±0.01 ^{a,A}
	90	7.54±0.39 ^{a,B}	9.12±0.34 ^{a,E}	0.82±0.01 ^{a,D}
YL	1	11.28±0.65 ^{b,A}	4.23±0.18 ^{a,A}	0.44±0.00 ^{c,B}
	15	10.56±0.35 ^{a,A}	5.02±0.18 ^{a,B}	0.32±0.01 ^{b,A}
	30	18.43±1.85 ^{a,A}	10.16±0.89 ^{c,E}	0.62±0.01 ^{d,C}
	60	19.26±0.76 ^{b,B}	6.31±0.22 ^{a,C}	0.87±0.02 ^{d,D}
	90	21.03±1.82 ^{a,B}	7.95±0.66 ^{a,D}	1.06±0.03 ^{b,E}
SC	1	6.41±0.43 ^{a,A}	3.27±0.07 ^{a,A}	0.41±0.01 ^{b,B}
	15	5.60±0.56 ^{a,B}	4.69±0.29 ^{a,B}	0.33±0.01 ^{b,A}
	30	6.85±0.11 ^{a,A}	7.78±0.37 ^{b,D}	0.36±0.02 ^{a,A}
	60	8.73±0.57 ^{ab,C}	7.51±0.49 ^{a,C}	0.44±0.01 ^{a,B}
	90	10.58±0.48 ^{a,D}	9.05±0.51 ^{a,E}	1.14±0.05 ^{c,C}
DH	1	11.81±0.46 ^{b,A}	4.14±0.23 ^{a,A}	0.45±0.01 ^{c,B}
	15	9.88±0.50 ^{a,BC}	5.32±0.53 ^{a,B}	0.28±0.01 ^{a,A}
	30	13.44±0.71 ^{a,B}	9.80±0.23 ^{c,E}	0.53±0.01 ^{c,C}
	60	14.22±0.62 ^{ab,C}	7.15±0.15 ^{a,C}	0.61±0.01 ^{b,D}
	90	17.97±0.42 ^{a,D}	8.47±0.04 ^{a,D}	1.11±0.02 ^{c,E}
KM	1	6.47±0.51 ^{a,A}	3.41±0.25 ^{a,A}	0.32±0.00 ^{a,A}
	15	11.51±1.77 ^{a,B}	6.21±0.71 ^{a,B}	0.49±0.01 ^{c,C}
	30	10.24±1.21 ^{a,B}	5.82±0.28 ^{a,C}	0.43±0.01 ^{b,B}
	60	13.57±1.10 ^{ab,C}	6.72±0.42 ^{a,C}	0.83±0.01 ^{c,D}
	90	16.58±0.31 ^{a,C}	8.26±0.43 ^{a,D}	1.15±0.01 ^{c,E}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

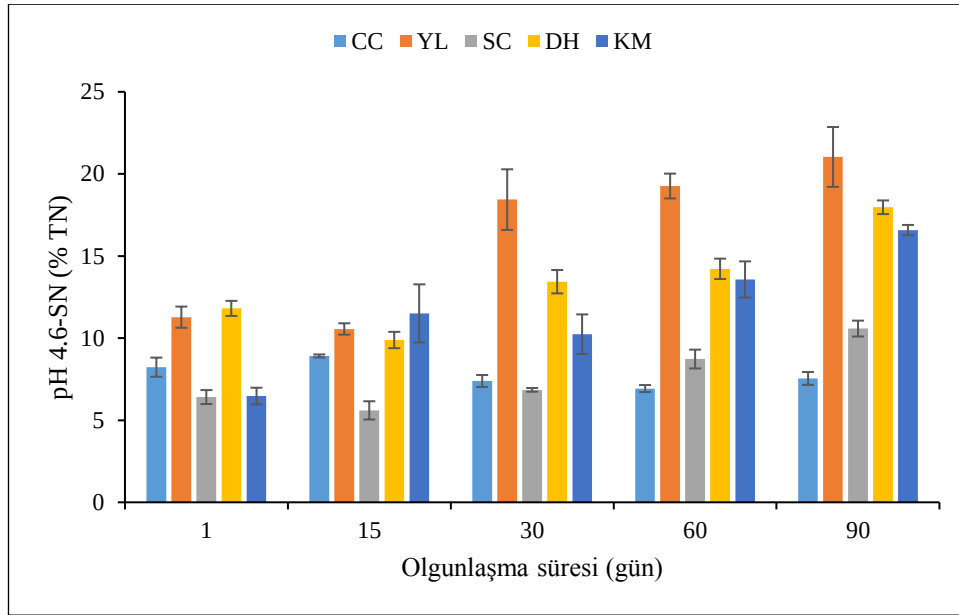
4.3.1. pH 4.6'da çözünen azot (pH 4.6-SN) oranları

Peynirin protein ve kuru madde içerikleri farklılık gösterebileceğinden örneklerin olgunlaşma esnasında peynir fraksiyonlarının (pH 4.6-SN ve %12 TCA-SN) azot oranı yerine olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır (Kesenkaş, 2005; Erkaya, 2014) ve bu şekilde yapılan değerlendirmelerin daha objektif olacağı düşünülmüştür.

pH 4.6-SN bazında olgunlaşma indeksi, pH 4.6-SN miktarının toplam azot miktarına oranlanması ve sonucun 100 ile çarpılması ile elde edilmiştir. Bu değer proteoliz boyunca olgunlaşmadaki değişimi ifade etmektedir ve özellikle proteinaz aktivitesinin ve buna bağlı olarak peynirlerin olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kesenkaş, 2005; Bulat, 2011).

Kontrollü bir mikroflorası olan peynirler ve bu peynirdeki peptitler üzerine yapılan çalışmalar, kalıntı pıhtılaştırıcı enzimler ve daha az ölçüde bulunan plazminin suda çözünür azot fraksiyonlarının çoğunun üretiminden sorumlu olduğunu göstermiştir. Toplam azotun bir yüzdesi olarak suda çözünür azot, peynir çeşidine göre değişiklik göstermekte ve olgunlaşma boyunca artmaktadır. Suda çözünür azot bazında olgunlaşma indeksinin çalışmalarda verilmesinin ciddi bir sakıncası olduğu belirtilmiştir. Bu durumun nedeni ise suda çözünür azot oranının pH ile değişiklik göstermesi ile açıklanmıştır. İzoelektrik noktanın 4.6 olduğu kazein fraksiyonunun bulunduğu ortam pH'sı ne kadar yüksek olursa proteolizin derecesine bakılmaksızın suda çözünür azot oranı da artar. Bu nedenle olgunlaşma sırasında veya numuneler arasında pH'da bir değişiklik olmadığı durumlarda olgunlaşma indeksi olarak suda çözünür azotun olgunlaşma indeksi olarak verilmesi uygun bulunmaktadır (Bansal vd., 2010). Yapılan çalışmada olgunlaşma süresine bağlı olarak örneklerin pH değerinde farklılıklar söz konusu olduğundan pH 4.6-SN bazlı olgunlaşma indeksinin belirlenmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Beyaz peynirlerin pH 4.6-SN değerlerinde 90 günlük olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde peynir örneklerine ait pH 4.6-SN bazında olgunlaşma indeksi değerlerinin %5.60 ile %21.03 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma indeksi değerlerinden en düşüğü SC (%7.63) en yükseği ise YL (%16.11) örneğine ait olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan pH 4.6-SN değerleri

Şekil 4.13 incelendiğinde pH 4.6-SN değerleri karşılaştırıldığında tüm örneklerin birbirinden önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Örneklerin olgunlaşma günlerine göre ortalama en düşük ve en yüksek olgunlaşma indeks değerleri sırasıyla %8.84 (1. gün) ve %14.74 (90. gün) olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH 4.6-SN değerlerinde olgunlaşma süresince artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresine göre örneklerin pH 4.6-SN değerleri karşılaştırıldığında tüm olgunlaşma günlerinde önemli derecede farklılık görülmüştür ($P<0.05$).

Çalışmada örnekler arasında en düşük pH 4.6-SN değeri maya kültürü katılmamış kontrol grubu peynirlerine (CC) ait olup, olgunlaşmanın 30. gününde bu değerde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, olgunlaşma süresince maya kültürlerinin proteolitik aktivitesine bağlı olarak orta ya da kısa zincirli peptitlerin oluşumunu artırdığını göstermiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde olgunlaşma indeksinde artış olsa da ilk gündeki değerden düşük çıkmıştır. Madadlou vd. (2007), İran Beyaz peynirinde peynirin tuz içeriğinin artmasıyla birlikte suda çözünür azot oranlarının azaldığını belirlemişlerdir. Bu durumda CC peynirinde pH 4.6-SN oranının düşük çıkmasının nedeni, olgunlaşma esnasında salamuradan peynir kitlesine tuz geçişi sonucu starter kültürlerin artan tuz konsantrasyonunun proteolitik aktivitelerinde düşmesine neden olması ile açıklanabilir. CC peyniri dışında diğer peynirlerin özellikle YL örneğinin olgunlaşma indeksinin yüksek olması üretimde kullanılan maya kültürlerinin olgunlaşmanın 60. gününe kadar yüksek tuz konsantrasyonunda

proteolitik aktivitesine devam edebildiğini, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise maya hücrelerinin parçalanması sonucu proteolitik aktiviteye sahip enzimlerin peynir kitlesine geçmesi ve aktivitesine devam etmesi ile açıklanabilir. Gardini vd. (2006), yüksek tuz konsantrasyon içeren süt ürünlerinde mayaların büyüme ve üstünlüğü için rekabetçi avantajlar oluştuğunu bildirmiştir. Zambonelli vd. (2000), maya hücrelerinin otolizinin, hücre içi enzimlerinin karmaşık bileşiklerin hidrolizini ve çözünürlüğünü belirleyen proteinazların aktivitesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Fritsch vd. (1992), iki farklı üretim tesisinden temin ettikleri Cheddar peynirlerinin 4 °C ve 10 °C’de 9 ay olgunlaştırılması esnasında meydana gelen proteolizin olgunlaşma indeksleri ile takibini yapmışlardır. Araştırmacıların yaptıkları analiz sonucunda 4 °C ve 10 °C’deki pH 4.6-SN değerleri sırasıyla %8.9 ile %27.2 ve %9.0 ile %32.9 arasında olduğunu ve bu değerlerin olgunlaşma süresince artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Wang (2011), 180 gün olgunlaştırdığı doğal Cheddar peynirinde olgunlaşma boyunca pH 4.6-SN değerlerinin %10.92 ile %23.12 arasında değiştiğini ve olgunlaşma boyunca bu değerlerin yükseldiğini belirtmiştir. Bulat (2011), Beyaz peynir ile ilgili yapmış olduğu çalışmada peynir örneklerine ait pH 4.6-SN değerlerinin %12.52 ile %24.71 arasında değiştiğini saptamış ve 90 günlük olgunlaşma boyunca bu değerlerde artış olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacının yaptığı istatistiksel değerlendirme sonucunda, pH 4.6-SN değerleri üzerine, kültür ilavesinin ve olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerinde suda çözünür azot değerinin en düşük olgunlaşmanın 2. gününde (%4.36), en yüksek ise olgunlaşmanın 120. gününde (%24.37) olduğunu belirtmiştir.

4.3.2. % 12 Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi

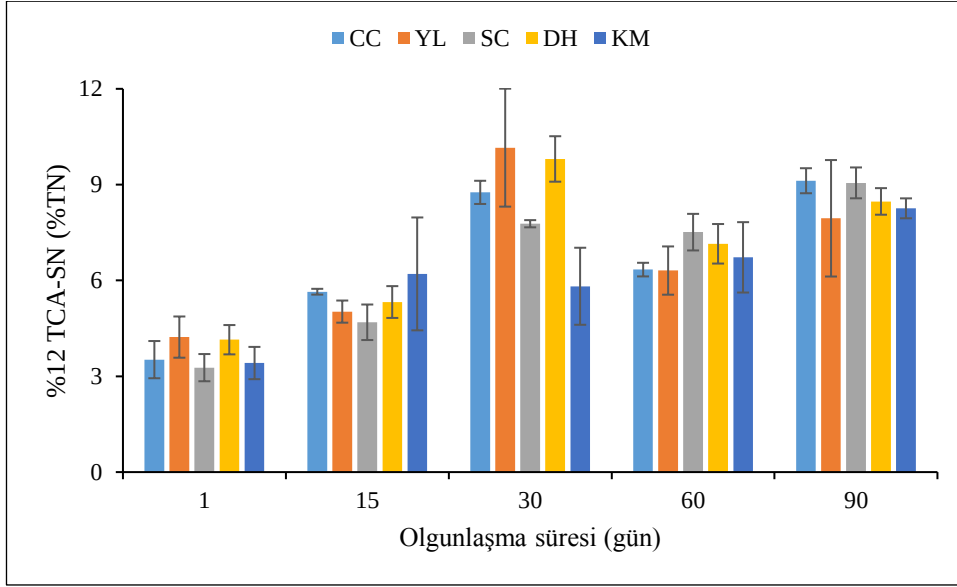
%12’lik TCA’da çözünen peptitlerin suda çözünenden farkı, peptitlerin yapısının daha küçük olmasıdır (2-22 amino asitten oluşan peptitler). Peynir üretiminden hemen sonra, α_{s1} -kazeinin Phe23 ve Phe24 arasındaki peptit bağları hidrolize edilir ve f1-23 ve f24-199 fraksiyonları meydana gelir. Küçük zincir uzunluğuna sahip α_{s1} -kazein (f23) fraksiyonu mikrobiyal proteinazlar (Gln9-Gly10 ve Gln 13-Gln14 arasındaki peptit bağları) ile hızlı bir şekilde hidrolize edilir ve serbest amino asitler ve düşük moleküler ağırlıklı peptitler oluşur (Fox et al., 1996). Oluşan bu yeni peptitler %12’lik TCA’da çözünür özellik kazanır ve proteolizin değerlendirilmesinde önemli rol oynar (Öner ve Sarıdağ, 2018). Ardö ve

Polychroniadou (1999), %12'lik TCA'da çözünen azotlu maddelerin, 600-15000 Da moleküler ağırlığa sahip peptitlerden oluştuğunu ve bu peptitlerin, α_{s1} -kazeinin hidroliz ürünleri olduğunu belirtmişlerdir. %12'lik TCA'da çözünen azotlu madde bazında olgunlaşma indeksi, proteoliz hakkında ileri düzeyde bilgi sağlar (Bulat, 2011; Erkaya, 2014). Beyaz peynirlerin %12'lik TCA'da çözünen azot bazında olgunlaşma indeksi ve 90 günlük olgunlaşma süresince bu değerlerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.18 ve Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde, peynir örneklerine ait %12 TCA-SN değerlerinin %3.27 ile %10.16 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma indeksi değerlerinden en düşüğü KM (%6.08) en yükseği ise DH (%6.98) örneğine ait olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.14 incelendiğinde, % 12 TCA-SN değerlerinin tüm örneklerde birbirinden önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Örneklerin olgunlaşma günlerine göre ortalama en düşük ve en yüksek olgunlaşma indeks değerleri sırasıyla %3.72 (1. gün) ve %8.57 (90. gün) olarak belirlenmiştir. Genellikle olgunlaşma boyunca örneklerin olgunlaşma indekslerinde artış olmuştur. Olgunlaşma süresine göre örneklerin olgunlaşma indeks değerleri karşılaştırıldığında tüm olgunlaşma günlerinde önemli derecede farklılık görülmüştür ($P<0.05$).

Fritsch vd. (1992), Cheddar peyniri ile yaptıkları analiz sonucunda 4 °C ve 10 °C'deki %12'lik TCA'da çözünen azot bazında olgunlaşma indeksleri sırasıyla %3.7 ile %13.9 ve %4.3 ile %19.3 arasında olduğunu ve bu değerlerin olgunlaşma süresi boyunca artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Beyaz peynir örneklerinin %12'lik TCA'da çözünen azot bazında olgunlaşma indekslerinin olgunlaşma boyunca Bulat (2011), %8.02 ile %15.23 arasında, Erkaya (2014) ise %1.72 ile %7.26 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda yaptıkları istatistiksel değerlendirme sonucunda, %12'lik TCA'da çözünen azotlu maddeler bazında olgunlaşma indeksi değerleri üzerine, olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir ($P<0.05$). Çalışmada bulunan sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir.

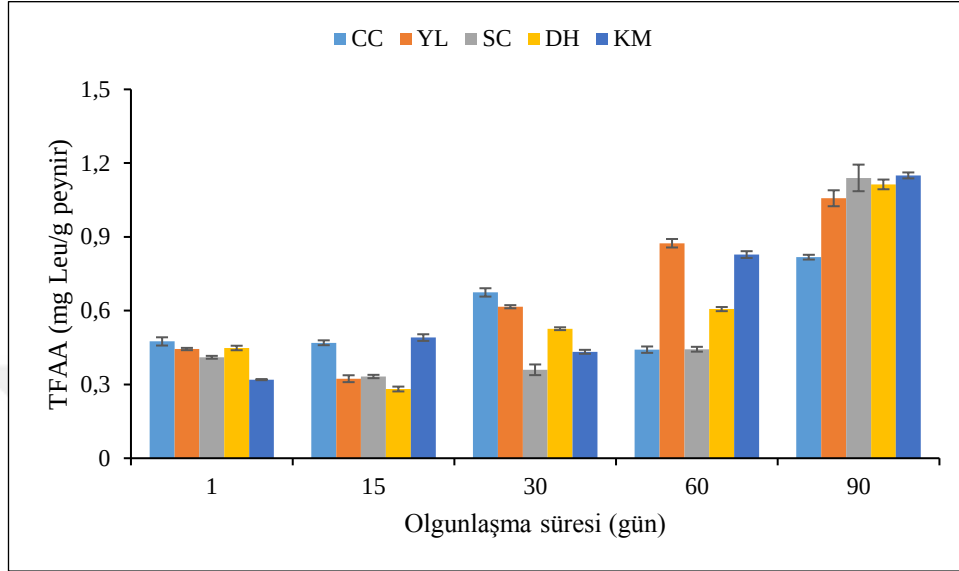


Şekil 4.14. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan %12 TCA-SN değerleri

4.3.3. Toplam serbest amino asit (TFAA) miktarı

Laktik asit bakterilerinin proteolitik sistemi; hücre dışı kazeinin oligopeptitlere ayrışmasını başlatan hücre zarf proteinazı (CEP), peptitleri hücreye taşıyan peptit taşıyıcıları ve peptitleri daha kısa peptitlere ve amino asitlere indirgeyen çeşitli hücre içi peptidazlara sahiptir. Kazeinler oligopeptitlere indirgendiğinde, oligopeptit taşıma sistemi (Opp) ile hücreye taşınabilirler. LAB'daki diğer taşıma sistemleri, amino asitleri veya di- ve tripeptitleri membran boyunca taşıyabilir. Kazein türevli peptitler laktik asit bakterileri tarafından alındıktan sonra, farklı spesifikliğe sahip birkaç peptidazın etkisiyle amino asitlere indirgenir (Ryessel, 2010). Ancak laktokokların amino asitleri sentezlemek için sınırlı bir kapasiteye sahip olduğu da belirtilmektedir (Flambard vd., 1998). Bu nedenle peynir üretiminde yardımcı kültürlerin kullanımı ihtiyacı duyulmaktadır. Ferreira ve Viljoen (2003), maya inoküle edilmiş peynirlerdeki artan laktik asit miktarının, laktik asit bakterilerinin maya metabolitlerini kullanmasına ve buna bağlı olarak aktivitelerinde artışından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Mayalar kazeinolitik, aminopeptidaz ve karboksipeptidaz aktiviteye sahip olmakta ve mayalar arasında proteolitik aktivitede büyük bir farklılık söz konusudur. Bu aktivite ise kazeinlerden amino asitlerin üretilmesine neden olmaktadır. Genel olarak *Y. lipolytica*, *S. cerevisiae* ve *K. marxianus* subsp. *marxianus*, *D. hansenii*'den daha proteolitikdir (Irlinger vd., 2017). Bu çalışmada yardımcı kültür olarak dört maya kültürü kullanılarak bu kültürlerin Beyaz peynirde serbest amino asit üretim miktarına etkisi araştırılmıştır.

Çizelge 4.16 incelendiğinde peynir örneklerine ait toplam serbest amino asit miktarlarının %0.28 ile %1.15 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca toplam serbest amino asit miktarlarından en düşüğü SC (0.54 mg Leu/g peynir) en yükseği ise YL (0.66 mg Leu/g peynir) örneğine ait olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan TFAA

Şekil 4.15 incelendiğinde ait toplam serbest amino asit miktarları karşılaştırıldığında tüm örneklerin birbirinden önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Örneklerin olgunlaşma günlerine göre ortalama en düşük ve en yüksek toplam serbest amino asit miktarları sırasıyla 0.38 mg Leu/g peynir (15. gün) ve 1.06 mg Leu/g peynir (90. gün) olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca (15. gün hariç) örneklerin toplam serbest amino asit miktarlarında artış görülmüştür. Olgunlaşma süresine göre örneklerin olgunlaşma indeks değerleri karşılaştırıldığında tüm olgunlaşma günlerinde önemli derecede farklılık görülmüştür ($P<0.05$).

Hayaloglu vd. (2005), salamura Beyaz peynir üretiminde tanımlanmış starter kültürü olarak laktokok kültürlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları analiz sonucunda Beyaz peynir örneklerinde toplam serbest amino asit konsantrasyonlarının, olgunlaşmanın 60. gününe kadar kademeli olarak artış gösterdiğini ve olgunlaşmanın 90. gününde keskin bir şekilde artmış olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar olgunlaşmanın sonuna doğru Beyaz peynir örneklerindeki serbest amino asit miktarındaki bu artışın, starter olmayan laktik asit bakterilerinin proteolitik

aktivitesinden kaynaklanmış olabileceğini belirtilmişlerdir. Hayaloglu (2007), laktokokların tüm suşlarının farklı proteolitik faaliyet gösterdiğini ve bu farklılığa bağlı olarak, peynir üretiminde laktokokların kullanımının peynirdeki toplam serbest amino asit miktarında önemli katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Araştırmacı olgunlaşma süresi ilerledikçe peynir örneklerinde toplam serbest amino asit konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığını belirtmiş ve Beyaz peynir örneklerinde toplam serbest amino asit içeriğini olgunlaşmanın 1. günde 4.6 mg lösin/g peynir ve olgunlaşmanın 90. gününde ise 12.06 mg lösin/g peynir bulmuştur. Şahingil (2012), yaptığı çalışmada 120 günlük olgunlaştırma süresinde Beyaz peynir örneklerindeki toplam serbest amino asit miktarlarındaki en hızlı artışın olgunlaşmanın 60. gününde olduğunu ve olgunlaşmanın ilerlemesiyle toplam serbest amino asit miktarlarında artış olduğunu belirtmiştir. Salum vd. (2018), farklı bölgelerden temin ettikleri süt ile Beyaz peynir üretimi yapmışlardır. Araştırmacılar peynir numunelerinin toplam serbest amino asit içeriğinin 3.5-11.3 mg lösin/g peynir arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.3.4. Serbest amino asit miktarı

Kimozin ile α_{s1} -kazeinin ya da plazmin ile β -kazeinin hidrolize edilmesi sonucu büyük peptitler meydana gelmektedir. Oluşan bu peptitler ise laktokokun hücre zarfı ile ilişkili hücre dışı proteinazı (laktosepin, PrtP) ile hidrolizi sonucu, peynirde küçük peptitlerin oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Laktokoklara ait hücreler lize uğradıktan sonra hücre içi peptidazlar kısa peptitlerin parçalanmasına ve serbest amino asitlerin oluşumuna neden olmaktadır (Sousa, 2001). Mayalar da peynirde proteolize önemli derecede katkıda bulunmaktadır. Birçok maya proteolitik enzimlerin taşıyıcılarıdır (Wyder and Puhani, 1999). *Debaryomyces* cinsinin türleri hücre içi proteolitik aktivite gösterirken, *Kluyveromyces*, *Debaryomyces* ve *Yarrowia* cinsinin türleri hücre dışı proteolitik aktivite gösterir (de Jager, 2003). Bintsis vd. (2003), *D. hansenii* ve *S. cerevisiae* suşlarının hem β - hem de α_s -kazeini hidrolize ettiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar α_s -kazeinin, *S. cerevisiae* suşları tarafından β -kazeinden daha hızlı bir şekilde hidrolize uğradığını, ancak *D. hansenii* suşlarının ise β -kazeini daha hızlı hidrolize ettiğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinde serbest amino asit (mg amino asit/g peynir) içeriği

Amino asitler	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Asp	1	5.63±0.32 ^{b,A}	5.66±0.49 ^{b,B}	8.33±0.58 ^{b,C}	6.61±0.81 ^{b,C}	4.98±0.13 ^{a,C}
	15	3.43±0.68 ^{c,A}	2.39±0.24 ^{d,A}	3.73±0.53 ^{c,B}	2.72±0.56 ^{b,A}	3.70±0.25 ^{a,B}
	30	4.72±0.42 ^{c,A}	5.81±0.82 ^{a,B}	2.28±0.08 ^{d,A}	5.18±0.11 ^{b,B}	1.49±0.33 ^{d,A}
	60	7.30±0.23 ^{a,A}	8.20±0.86 ^{b,C}	9.72±0.91 ^{bc,D}	12.07±0.64 ^{c,D}	8.13±0.05 ^{b,D}
	90	16.81±3.49 ^{bc,B}	11.69±0.01 ^{a,D}	16.33±0.11 ^{c,E}	14.31±0.07 ^{bc,E}	10.49±0.06 ^{a,E}
Glu	1	47.22±2.83 ^{b,B}	31.46±3.74 ^{a,A}	33.06±1.00 ^{a,B}	33.01±2.02 ^{a,BC}	38.11±0.15 ^{b,E}
	15	31.13±0.62 ^{a,A}	30.17±0.88 ^{a,A}	36.97±2.59 ^{a,C}	34.15±3.50 ^{a,C}	28.72±3.00 ^{a,BC}
	30	27.48±0.27 ^{a,A}	33.79±3.15 ^{c,A}	30.26±1.04 ^{bc,B}	28.74±0.60 ^{a,AB}	30.21±1.48 ^{bc,B}
	60	26.79±5.55 ^{b,A}	33.77±0.84 ^{c,A}	30.91±0.04 ^{c,B}	26.42±0.40 ^{b,A}	12.21±0.51 ^{a,A}
	90	43.05±5.27 ^{c,B}	35.97±2.21 ^{bc,A}	23.71±0.02 ^{a,A}	29.33±1.78 ^{b,ABC}	33.03±0.66 ^{bc,D}
Ser	1	4.65±0.01 ^{a,A}	5.77±0.21 ^{bc,A}	6.45±0.13 ^{c,A}	8.93±0.17 ^{d,B}	5.37±0.12 ^{bc,A}
	15	5.95±0.16 ^{bc,A}	5.06±0.35 ^{a,A}	6.09±0.40 ^{c,A}	5.77±0.40 ^{b,A}	6.77±0.46 ^{d,B}
	30	6.66±0.45 ^{b,A}	6.17±0.10 ^{b,A}	5.71±0.14 ^{a,A}	5.58±0.02 ^{a,A}	5.61±0.34 ^{a,A}
	60	8.73±0.16 ^{a,A}	9.14±1.08 ^{a,B}	11.51±0.07 ^{b,B}	12.39±0.27 ^{b,C}	9.39±0.04 ^{a,C}
	90	17.22±1.56 ^{b,B}	15.15±1.84 ^{a,C}	17.71±0.86 ^{b,C}	25.34±0.33 ^{c,D}	15.77±0.29 ^{a,D}
Asn	1	2.90±0.17 ^{bc,A}	3.53±0.14 ^{d,AB}	3.23±0.08 ^{c,A}	2.98±0.09 ^{bc,B}	2.76±0.03 ^{a,A}
	15	2.78±0.08 ^{a,A}	3.00±0.14 ^{b,A}	2.86±0.14 ^{a,A}	2.55±0.03 ^{a,A}	3.18±0.11 ^{b,B}
	30	3.42±0.06 ^{b,A}	3.85±0.23 ^{b,BC}	2.79±0.00 ^{a,A}	2.76±0.11 ^{a,AB}	2.53±0.07 ^{a,A}
	60	3.42±0.95 ^{a,A}	4.58±0.62 ^{c,C}	4.87±0.16 ^{d,B}	4.57±0.02 ^{c,C}	3.96±0.00 ^{b,C}
	90	4.99±0.09 ^{bc,B}	6.43±0.15 ^{d,D}	6.88±0.31 ^{d,C}	5.44±0.09 ^{c,D}	4.27±0.01 ^{a,D}
Gln	1	0.71±0.01 ^{a,A}	0.70±0.02 ^{a,A}	0.77±0.01 ^{a,A}	0.92±0.02 ^{b,B}	0.72±0.00 ^{a,A}
	15	0.83±0.02 ^{bc,AB}	0.77±0.02 ^{a,AB}	0.80±0.01 ^{bc,AB}	0.73±0.01 ^{a,A}	0.91±0.02 ^{c,B}
	30	0.96±0.02 ^{b,AB}	0.90±0.02 ^{b,B}	0.85±0.01 ^{ab,B}	0.86±0.02 ^{ab,AB}	0.81±0.00 ^{a,AB}
	60	1.15±0.28 ^{a,BC}	1.28±0.14 ^{bc,C}	1.50±0.02 ^{c,C}	1.55±0.01 ^{c,C}	1.32±0.00 ^{bc,C}
	90	1.54±0.23 ^{a,C}	1.92±0.00 ^{a,D}	2.68±0.05 ^{b,D}	2.54±0.02 ^{b,D}	1.73±0.04 ^{a,D}
Gly	1	0.11±0.04 ^{b,A}	0.07±0.05 ^{a,A}	0.19±0.02 ^{c,A}	0.13±0.02 ^{b,B}	0.07±0.00 ^{a,A}
	15	0.17±0.02 ^{b,A}	0.14±0.02 ^{b,A}	0.03±0.00 ^{a,A}	0.04±0.00 ^{a,A}	0.22±0.03 ^{c,B}
	30	0.23±0.03 ^{c,A}	0.21±0.05 ^{c,A}	0.09±0.01 ^{b,A}	0.21±0.04 ^{c,B}	0.03±0.01 ^{a,A}
	60	1.71±0.13 ^{a,B}	1.60±0.38 ^{a,B}	2.16±0.10 ^{b,B}	2.39±0.03 ^{b,C}	2.23±0.00 ^{b,C}
	90	3.54±0.24 ^{c,C}	2.26±0.01 ^{a,C}	4.33±0.43 ^{d,C}	3.62±0.00 ^{c,D}	2.96±0.06 ^{b,D}
His	1	2.15±0.29 ^{a,A}	1.98±0.11 ^{a,B}	2.08±0.07 ^{a,C}	1.98±0.07 ^{a,B}	1.78±0.01 ^{a,C}
	15	1.66±0.06 ^{bc,A}	1.57±0.09 ^{a,A}	1.65±0.04 ^{bc,B}	1.55±0.04 ^{a,A}	1.89±0.05 ^{c,D}
	30	1.77±0.03 ^{b,A}	1.87±0.09 ^{b,AB}	1.47±0.01 ^{a,A}	1.56±0.06 ^{ab,A}	1.46±0.03 ^{a,A}
	60	1.62±0.20 ^{a,A}	1.78±0.20 ^{bc,AB}	2.13±0.05 ^{c,C}	1.92±0.00 ^{bc,B}	1.67±0.01 ^{a,B}
	90	1.99±0.38 ^{a,A}	2.47±0.01 ^{c,C}	2.59±0.08 ^{c,D}	2.17±0.02 ^{bc,C}	1.72±0.01 ^{a,BC}

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinde serbest amino asit (mg amino asit/g peynir) içeriği (devam)

Amino asitler	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
GABA	1	1.95±0.33 ^{ab,A}	1.85±0.06 ^{ab,A}	2.03±0.01 ^{bc,A}	2.25±0.03 ^{c,B}	1.70±0.25 ^{a,A}
	15	2.07±0.05 ^{a,A}	1.98±0.06 ^{a,A}	2.17±0.10 ^{ab,A}	2.00±0.05 ^{a,A}	2.32±0.06 ^{b,B}
	30	2.85±0.28 ^{b,A}	2.16±0.07 ^{a,A}	2.17±0.02 ^{a,A}	2.22±0.17 ^{a,B}	2.06±0.07 ^{a,B}
	60	2.49±0.48 ^{a,A}	3.29±0.36 ^{b,B}	3.72±0.06 ^{c,B}	3.99±0.06 ^{c,C}	3.33±0.01 ^{b,C}
	90	4.26±0.38 ^{a,B}	4.24±0.07 ^{a,C}	5.72±0.22 ^{b,C}	5.25±0.00 ^{b,D}	4.27±0.02 ^{a,D}
Thr	1	2.85±0.35 ^{a,A}	3.19±0.52 ^{b,AB}	3.75±0.33 ^{c,A}	3.57±0.42 ^{c,AB}	2.75±0.43 ^{a,A}
	15	2.99±0.52 ^{a,A}	2.52±0.60 ^{a,A}	2.81±0.53 ^{a,A}	2.65±0.54 ^{a,A}	3.79±0.33 ^{b,B}
	30	3.82±0.11 ^{c,A}	3.41±0.47 ^{c,AB}	2.72±0.44 ^{ab,A}	2.95±0.55 ^{b,A}	2.34±0.54 ^{a,A}
	60	4.19±0.97 ^{a,A}	4.16±0.72 ^{a,B}	5.21±0.09 ^{c,B}	4.49±0.10 ^{bc,B}	4.97±0.01 ^{bc,C}
	90	6.22±0.90 ^{a,B}	6.51±0.28 ^{b,C}	7.96±0.65 ^{c,C}	6.11±0.19 ^{a,C}	6.46±0.27 ^{b,D}
Ala	1	13.49±0.23 ^{a,C}	14.10±0.96 ^{a,B}	14.93±0.51 ^{a,D}	13.73±0.66 ^{a,C}	30.72±0.17 ^{b,E}
	15	13.08±0.71 ^{b,C}	8.96±0.53 ^{a,A}	10.78±0.49 ^{ab,C}	11.45±0.41 ^{ab,B}	14.83±0.37 ^{b,C}
	30	9.28±0.22 ^{a,B}	12.01±0.65 ^{b,B}	9.06±0.06 ^{a,B}	12.18±0.65 ^{b,B}	9.43±0.23 ^{a,B}
	60	6.19±0.37 ^{ab,A}	6.23±0.45 ^{ab,A}	6.71±0.09 ^{b,A}	6.47±0.01 ^{ab,A}	5.98±0.01 ^{a,A}
	90	7.29±0.50 ^{a,A}	33.93±0.00 ^{b,C}	33.52±0.19 ^{b,E}	30.21±0.05 ^{b,D}	26.32±0.07 ^{b,D}
Arg	1	2.53±0.15 ^{c,B}	2.07±0.40 ^{a,A}	2.58±0.29 ^{c,B}	2.36±0.33 ^{b,A}	2.08±0.01 ^{a,A}
	15	1.62±0.10 ^{a,A}	1.49±0.54 ^{a,A}	1.68±0.35 ^{a,A}	1.85±0.22 ^{b,A}	1.86±0.18 ^{b,A}
	30	1.75±0.21 ^{ab,A}	2.01±0.07 ^{c,A}	1.56±0.06 ^{a,A}	1.94±0.25 ^{bc,A}	1.90±0.10 ^{bc,A}
	60	2.82±0.06 ^{a,BC}	4.73±0.08 ^{b,B}	4.98±0.27 ^{b,C}	5.53±0.07 ^{c,C}	5.29±0.02 ^{c,C}
	90	3.37±0.40 ^{a,C}	5.29±0.06 ^{c,B}	4.65±0.45 ^{b,C}	4.51±0.14 ^{b,B}	3.98±0.20 ^{a,B}
Pro	1	2.04±0.12 ^{a,A}	3.05±0.33 ^{b,BC}	4.03±0.19 ^{c,E}	3.53±0.26 ^{bc,C}	2.95±0.00 ^{b,D}
	15	2.09±0.21 ^{b,A}	2.06±0.25 ^{b,A}	2.13±0.16 ^{b,B}	1.81±0.08 ^{a,A}	2.76±0.06 ^{c,C}
	30	2.70±0.16 ^{b,AB}	2.83±0.25 ^{b,AB}	1.76±0.01 ^{a,A}	1.97±0.16 ^{a,A}	1.69±0.06 ^{a,A}
	60	2.33±0.30 ^{b,BC}	2.06±0.47 ^{a,A}	2.88±0.10 ^{c,C}	2.42±0.02 ^{b,B}	1.97±0.00 ^{a,B}
	90	3.11±0.24 ^{c,C}	3.67±0.04 ^{e,C}	3.29±0.11 ^{d,D}	2.64±0.00 ^{b,B}	1.82±0.02 ^{a,AB}
Tyr	1	2.40±0.43 ^{a,A}	2.96±0.29 ^{b,AB}	3.50±0.16 ^{d,B}	3.15±0.15 ^{c,B}	2.85±0.01 ^{b,C}
	15	2.70±0.22 ^{b,AB}	2.36±0.23 ^{a,A}	2.46±0.18 ^{ab,A}	2.30±0.15 ^{a,A}	3.19±0.07 ^{c,D}
	30	3.26±0.09 ^{c,B}	3.33±0.20 ^{c,B}	2.45±0.09 ^{b,A}	2.48±0.14 ^{b,A}	2.27±0.06 ^{a,B}
	60	4.45±0.48 ^{bc,C}	3.75±0.67 ^{a,B}	4.86±0.15 ^{c,C}	5.18±0.01 ^{d,C}	4.26±0.00 ^{b,E}
	90	7.95±0.04 ^{c,D}	5.69±0.10 ^{b,C}	7.92±0.03 ^{c,D}	7.85±0.01 ^{c,D}	1.18±0.01 ^{a,A}
Val	1	1.19±0.32 ^{c,AB}	0.87±0.16 ^{bc,A}	0.91±0.05 ^{bc,B}	0.65±0.07 ^{ab,A}	0.55±0.01 ^{a,A}
	15	0.92±0.14 ^{b,AB}	0.58±0.13 ^{a,A}	0.61±0.10 ^{a,A}	0.57±0.06 ^{a,A}	1.11±0.14 ^{b,B}
	30	1.28±0.05 ^{b,B}	1.31±0.17 ^{b,AB}	0.71±0.03 ^{a,AB}	0.78±0.12 ^{a,A}	0.59±0.06 ^{a,A}
	60	0.78±0.01 ^{a,A}	2.17±0.56 ^{b,B}	2.89±0.11 ^{c,C}	2.86±0.27 ^{c,B}	2.24±0.21 ^{b,C}
	90	4.48±0.03 ^{b,C}	3.70±0.48 ^{a,C}	5.33±0.08 ^{c,D}	5.46±0.01 ^{c,C}	4.16±0.01 ^{b,D}

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinde serbest amino asit (mg amino asit/g peynir) içeriği (devam)

Amino asitler	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Met	1	1.35±0.06 ^{b,A}	1.21±0.01 ^{a,A}	1.20±0.00 ^{a,A}	1.22±0.01 ^{a,A}	1.22±0.03 ^{a,A}
	15	1.40±0.02 ^{c,A}	1.27±0.01 ^{a,AB}	1.32±0.02 ^{b,AB}	1.30±0.01 ^{b,B}	1.28±0.11 ^{a,A}
	30	1.48±0.01 ^{b,A}	1.37±0.01 ^{ab,AB}	1.28±0.12 ^{a,AB}	1.36±0.03 ^{ab,B}	1.24±0.01 ^{a,A}
	60	1.73±0.05 ^{bc,B}	1.49±0.21 ^{a,B}	1.84±0.02 ^{bc,C}	1.96±0.00 ^{c,C}	1.76±0.01 ^{bc,B}
	90	2.20±0.11 ^{c,C}	2.03±0.08 ^{b,C}	1.41±0.04 ^{a,B}	2.90±0.00 ^{d,D}	2.57±0.01 ^{c,C}
Cys	1	17.31±1.26 ^{a,A}	13.96±0.32 ^{a,A}	57.50±1.75 ^{b,C}	64.33±5.44 ^{b,C}	57.80±0.09 ^{b,B}
	15	14.88±0.06 ^{a,A}	13.39±0.18 ^{a,A}	48.06±2.40 ^{b,B}	54.28±2.28 ^{b,B}	57.57±0.06 ^{b,B}
	30	32.88±0.08 ^{b,B}	15.18±0.38 ^{a,A}	56.66±0.31 ^{c,C}	54.87±3.86 ^{c,B}	59.31±1.55 ^{c,B}
	60	34.71±1.09 ^{a,B}	36.37±4.44 ^{a,B}	42.67±0.87 ^{b,A}	41.08±0.01 ^{b,A}	37.33±0.37 ^{a,A}
	90	39.96±8.45 ^{a,B}	81.78±1.16 ^{bc,C}	90.22±3.37 ^{c,B}	82.69±0.91 ^{bc,D}	74.28±0.18 ^{b,C}
Ile	1	1.48±0.48 ^{b,A}	1.08±0.08 ^{ab,A}	1.06±0.05 ^{ab,A}	1.01±0.07 ^{ab,A}	0.87±0.01 ^{a,A}
	15	1.84±0.10 ^{ab,A}	1.53±0.16 ^{a,AB}	1.70±0.09 ^{ab,A}	1.44±0.06 ^{a,AB}	2.05±0.02 ^{b,B}
	30	2.09±0.16 ^{bc,AB}	2.27±0.35 ^{c,C}	1.10±0.74 ^{a,A}	1.90±0.06 ^{bc,B}	1.98±0.09 ^{bc,B}
	60	2.58±0.76 ^{b,AB}	2.13±0.44 ^{a,BC}	3.72±0.12 ^{c,B}	3.64±0.02 ^{c,C}	2.70±0.02 ^{b,C}
	90	3.72±1.19 ^{bc,B}	3.37±0.02 ^{b,D}	4.01±0.14 ^{c,B}	3.73±0.04 ^{bc,C}	2.56±0.19 ^{a,C}
Leu	1	0.96±0.01 ^{b,AB}	0.81±0.09 ^{a,AB}	0.81±0.06 ^{a,B}	0.83±0.05 ^{a,AB}	0.92±0.02 ^{b,B}
	15	0.93±0.12 ^{c,AB}	0.66±0.05 ^{b,AB}	0.18±0.01 ^{a,A}	0.84±0.05 ^{c,AB}	0.87±0.03 ^{c,AB}
	30	0.79±0.12 ^{c,A}	0.51±0.28 ^{b,B}	0.22±0.01 ^{a,B}	0.79±0.14 ^{c,A}	0.86±0.03 ^{c,AB}
	60	0.93±0.02 ^{b,AB}	0.79±0.11 ^{a,AB}	1.00±0.05 ^{b,C}	0.99±0.03 ^{b,BC}	0.78±0.01 ^{a,A}
	90	1.01±0.03 ^{b,B}	1.02±0.07 ^{b,B}	1.44±0.05 ^{c,D}	1.17±0.01 ^{b,C}	0.73±0.02 ^{a,A}
Phe	1	1.83±0.64 ^{a,A}	3.42±0.40 ^{d,AB}	2.91±0.20 ^{c,AB}	2.16±0.18 ^{b,A}	2.04±0.02 ^{b,A}
	15	3.11±0.29 ^{b,B}	3.09±0.37 ^{b,A}	2.63±0.23 ^{a,A}	2.49±0.17 ^{a,A}	3.47±0.08 ^{c,C}
	30	4.06±0.31 ^{c,C}	5.40±0.38 ^{d,B}	3.19±0.02 ^{a,AB}	3.56±0.32 ^{b,B}	3.13±0.17 ^{a,B}
	60	8.77±0.20 ^{d,D}	8.59±1.64 ^{d,C}	3.27±0.00 ^{a,B}	5.94±0.02 ^{c,C}	5.06±0.02 ^{b,D}
	90	13.62±0.24 ^{b,E}	14.74±0.18 ^{b,D}	20.43±0.40 ^{c,C}	7.48±0.04 ^{a,D}	6.92±0.00 ^{a,E}
Trp	1	7.63±0.16 ^{a,A}	9.14±0.09 ^{b,AB}	10.50±0.59 ^{c,B}	9.63±0.60 ^{b,B}	7.90±0.08 ^{a,B}
	15	8.10±0.56 ^{bc,AB}	7.32±0.63 ^{b,A}	7.00±0.45 ^{a,A}	7.42±0.33 ^{b,A}	8.96±0.20 ^{c,C}
	30	9.16±0.99 ^{b,BC}	10.66±0.02 ^{b,B}	7.28±0.04 ^{a,A}	7.79±0.60 ^{a,A}	7.04±0.31 ^{a,A}
	60	10.55±0.13 ^{a,C}	10.95±1.61 ^{a,B}	15.36±0.51 ^{b,C}	16.26±0.11 ^{b,C}	10.88±0.04 ^{a,D}
	90	14.22±0.49 ^{a,D}	19.34±1.57 ^{a,C}	23.56±1.98 ^{b,D}	25.85±0.39 ^{b,D}	15.88±0.07 ^{a,E}
Lys	1	6.97±0.49 ^{ab,BC}	6.04±0.56 ^{a,B}	7.42±0.42 ^{b,B}	6.66±0.51 ^{ab,C}	6.20±0.05 ^{a,C}
	15	5.37±0.38 ^{ab,A}	4.36±0.48 ^{a,A}	4.63±0.37 ^{a,A}	4.42±0.24 ^{a,A}	6.57±0.15 ^{b,C}
	30	6.34±0.37 ^{c,B}	5.66±0.28 ^{c,B}	4.29±0.07 ^{b,A}	4.49±0.36 ^{b,A}	3.89±0.21 ^{a,A}
	60	5.34±0.18 ^{b,A}	5.54±0.10 ^{b,B}	6.60±0.23 ^{c,B}	5.59±0.11 ^{b,B}	4.70±0.02 ^{a,B}
	90	7.51±0.27 ^{b,C}	8.95±0.36 ^{c,C}	8.62±0.50 ^{bc,C}	8.19±0.09 ^{bc,D}	6.36±0.00 ^{a,CD}

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinde serbest amino asit (mg amino asit/g peynir) (devam)

Amino asitler	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
	1	127.36 ^{b,B}	112.93 ^{a,B}	167.23 ^{c,B}	169.65 ^{c,B}	174.34 ^{c,D}
	15	107.05 ^{a,A}	94.70 ^{a,A}	140.31 ^{b,A}	142.32 ^{b,A}	156.05 ^{c,C}
Toplam	30	126.98 ^{a,B}	120.71 ^{a,B}	137.91 ^{b,A}	144.16 ^{b,A}	139.87 ^{b,B}
	60	138.60 ^{a,B}	152.61 ^{b,C}	168.53 ^{b,B}	167.74 ^{b,B}	130.14 ^{a,A}
	90	208.07 ^{a,C}	270.13 ^{b,D}	292.32 ^{c,C}	276.79 ^{b,C}	227.45 ^{b,E}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

Beyaz peynir örneklerinin serbest amino asit miktarlarına (mg amino asit/g peynir) ait değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir. CC, YL, SC, DH ve KM Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşmanın 90. gününde serbest amino asitlerin toplam değerleri sırasıyla 208.07 mg/g peynir, 270.13 mg/g peynir, 292.32 mg/g peynir, 276.79 mg/g peynir ve 227.45 mg/g peynir bulunmuştur. Çizelge 4.7 incelendiğinde, Beyaz peynir örneklerinde en az miktarda Gln, Gly, His, Val, Met ve Leu, en fazla miktarda ise Glu, Ala ve Cys amino asitleri bulunmuştur.

Asp amino asiti miktarında olgunlaşmanın son gününde oldukça artış görülmüş olup, en düşük KM örneğinde en yüksek ise CC örneğinde belirlenmiştir. Glu amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca değişiklik gözlenmiş olup olgunlaşmanın ilk gününe göre YL örneği dışında diğer Beyaz peyniri örneklerinde olgunlaşmanın sonunda azalma meydana gelmiştir. Ser amino asiti miktarında CC örneği dışında olgunlaşmanın 15 ve 30. gününde azalmalar meydana gelse de olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda en düşük Ser miktarı YL (15.15 ± 1.84 mg/g peynir) örneğinde, en yüksek ise DH (25.34 ± 0.33 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Asn amino asiti miktarında olgunlaşmanın 15. gününde (KM örneği hariç) azalmalar meydana gelse de olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda en düşük Asn miktarı en düşük KM (4.27 ± 0.01 mg/g peynir) en yüksek ise SC (6.88 ± 0.31 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Gln amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca genelde artış belirlenmiş olup olgunlaşma sonunda en düşük CC (1.54 ± 0.23 mg/g peynir), en yüksek ise SC (2.68 ± 0.05 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Gly amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca değişiklikler meydana gelse de olgunlaşmanın özellikle 60 ve 90. günlerinde artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda Gly miktarı en düşük YL (2.26 ± 0.01 mg/g peynir), en yüksek ise SC (4.33 ± 0.43 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. His amino asiti

miktarında olgunlaşma boyunca değişiklikler meydana gelmiş, ancak olgunlaşmanın özellikle 90. gününde artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda His miktarı en düşük KM (1.72 ± 0.01 mg/g peynir), en yüksek SC (2.59 ± 0.08 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. GABA amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca genelde artış olmuş, olgunlaşma sonunda en düşük YL (4.24 ± 0.07 mg/g peynir), en yüksek SC (5.72 ± 0.22 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Thr amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca genelde artış olmuş, olgunlaşma sonunda en düşük DH (6.11 ± 0.19 mg/g peynir), en yüksek SC (7.96 ± 0.65 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Ala amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca artış ve azalışlar meydana gelmiş, olgunlaşma sonunda en düşük CC (7.29 ± 0.50 mg/g peynir), en yüksek YL (33.93 ± 0.00 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Arg amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca artış ve azalışlar meydana gelmiş, tüm Beyaz peynirleri örneklerinde olgunlaşmanın 60. gününde önemli bir artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda Arg amino asiti miktarı en düşük CC (3.37 ± 0.40 mg/g peynir), en yüksek YL (5.29 ± 0.06 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Pro amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca değişiklikler meydana gelmiş, olgunlaşma sonunda Pro miktarı en düşük KM (1.82 ± 0.02 mg/g peynir), en yüksek YL (3.67 ± 0.04 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Tyr amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca değişiklikler meydana gelmiş ve KM örneği dışında olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde artış görülmüştür. Olgunlaşma sonunda Tyr amino asiti miktarı en düşük KM (1.18 ± 0.01 mg/g peynir), en yüksek CC (7.95 ± 0.04 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Val amino asiti miktarında CC ve KM örnekleri dışında Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününden itibaren artış meydana gelmiştir. Olgunlaşma sonunda Val amino asiti miktarı en düşük YL (3.70 ± 0.48 mg/g peynir), en yüksek DH (5.46 ± 0.01 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. SC örneği dışında olgunlaşma boyunca Met amino asiti miktarında artış meydana gelmiştir. Olgunlaşma sonunda Met amino asiti miktarı en düşük SC (1.41 ± 0.04 mg/g peynir) en yüksek ise DH (2.90 ± 0.00 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Cys amino asiti miktarında tüm Beyaz peyniri örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününde azalma meydana gelmiştir. Ancak olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde Cys amino asiti miktarında CC ve YL örneklerinde artış görülmüş, ancak diğer Beyaz peynir örneklerinde artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Olgunlaşma sonunda Cys amino asiti miktarı en düşük CC (39.96 ± 8.45 mg/g peynir), en yüksek SC (90.22 ± 3.37 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Ile amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca genel olarak artış tespit edilmiş, olgunlaşma sonunda

en düşük KM (2.56 ± 0.19 mg/g peynir) en yüksek ise SC (4.01 ± 0.14 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Leu amino asiti miktarında KM örneği dışında olgunlaşmanın 30. gününden itibaren artış belirlenmiş olgunlaşma sonunda en düşük KM (0.73 ± 0.02 mg/g peynir), en yüksek SC (1.44 ± 0.05 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Phe amino asiti miktarında tüm Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın özellikle son gününde artış gözlemlenmiş ancak diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla DH ve KM örneklerinde söz konusu artış sınırlı düzeyde kalmıştır. Olgunlaşma sonunda Phe amino asit miktarı en düşük KM (6.92 ± 0.00 mg/g peynir), en yüksek SC (20.43 ± 0.40 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Trp amino asiti miktarında KM örneği dışında olgunlaşmanın 15. gününden itibaren artış belirlenmiş olgunlaşma sonunda en düşük CC (14.22 ± 0.49 mg/g peynir), en yüksek DH (25.85 ± 0.39 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Lys amino asiti miktarında olgunlaşma boyunca genelde artış belirlenmiş olgunlaşma sonunda en düşük KM (6.36 ± 0.00 mg/g peynir), en yüksek YL (8.95 ± 0.36 mg/g peynir) örneğinde bulunmuştur. Serbest amino asitlerin toplam miktarına baktığımızda KM örneği dışında olgunlaşmanın 15 gününde azalmalar görülmüş, ancak olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde artma meydana gelmiştir. Serbest amino asitlerin toplam miktarı olarak en düşük ve en yüksek olan örnekler sırasıyla; olgunlaşmanın 1 ve 15. günlerinde YL ile KM, olgunlaşmanın 30. gününde YL ile DH, olgunlaşmanın 60. gününde KM ile SC ve olgunlaşmanın 90. gününde CC ile SC örneğinde belirlenmiştir.

Diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla olgunlaşma sonunda CC örneğinin Gln, Thr, Ala, Cys ve Trp amino asit içeriklerinin en düşük olduğu, Glu ve Tyr amino asit içeriklerinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla olgunlaşma sonunda YL örneğinin Asn, Gly, GABA ve Val amino asit içeriklerinin en düşük olduğu, Ser, Thr, Ala, Pro ve Lys amino asit içeriklerinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla olgunlaşma sonunda SC örneğinin Glu ve Met amino asit içeriklerinin en düşük olduğu, Asp, Gln, Gly, His, GABA, Arg, Cys, Ile, Leu ve Phe amino asit içeriklerinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla olgunlaşma sonunda DH örneğinin Arg amino asit içeriğinin en düşük olduğu, Asn, Val, Met ve Trp amino asit içeriklerinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla olgunlaşma sonunda KM örneğinin Asp, Ser, His, Pro, Tyr, Ile, Leu, Phe ve Lys en düşük olduğu görülmüştür.

Peynirde sekonder proteoliz oranı, starter kültürünün otolizine bağlıdır. Yüksek oranda otolizli suşlar kullanılıyorsa, yüksek seviyelerde hücre içi enzimler mevcut olmakta ve böylece peynirde daha yüksek sekonder proteoliz görülmektedir. Olgunlaşmanın erken evrelerinde, starter kültür durağan faza girmekte, yaşayamaz hale gelmektedir. Böylece starter kültürün hücre çeperi ve membranı farklı derecelerde parçalanmaktadır. Bu nedenle peynirde, bazı hücrelerin yaşayabildiği, bazılarının ise yaşayamayacağı ve tamamen parçalanabileceği birçok aşamada hücreler bulunabilmektedir. Hücre içi enzimler, peynir pıhtısındaki substratlarına hücrelerin otolizi yoluyla ulaşmaktadır. Özellikle, hücre içi peptidazların salınmasının amino asit üretimini hızlandığını göstermektedir. *L. lactis* subsp. *lactis* peynirde *L. lactis* subsp. *cremoris* 'den daha iyi hayatta kalmaktadır. Bu durum *L. lactis* subsp. *cremoris* 'in otoliz seviyesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (Ryssel, 2010). Dun (2012), süt ortamında *Y. lipolytica* gibi proteolitik mayaların çoğunlukla Leu, Glu, Val, Phe, Arg ve Lys amino asitleri ürettiğini bildirmiştir. Berlowska vd. (2017), *S. cerevisiae* 'dan elde edilen lizattan kaynaklı yüksek konsantrasyonlarda Arg, Ala ve Leu amino asitlerinin tespit edildiğini belirtmişlerdir. Roostita ve Fleet (1996b), *D. hansenii* 'in gelişmesinden sonra sütteki baskın amino asitlerin Glu, Gln, Arg, Pro ve Ala olduğunu, *K. marxianus* 'un ise Leu, Val, Ala, Ile ve Phe olduğunu bildirmişlerdir.

Hayaloglu vd. (2005), belirledikleri starter kültürlerin (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* UC317, *L. lactis* ssp. *lactis* NCDO763, *L. lactis* ssp. *cremoris* HP, and *L. lactis* ssp. *cremoris* SK11), Beyaz peynirde serbest amino asit profiline etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 6 ile 8 °C 'de 90 gün boyunca olgunlaştırdıkları Beyaz peynir örneklerinin serbest amino asit profilinde starter kültür kullanımının ve starter kültür türünün önemli olduğunu ve olgunlaşmanın 60. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinde Leu, Glu, Phe, Lys ve Val 'in baskın amino asitler olduğunu belirtmişlerdir. Şahingil (2012), 120 günlük olgunlaştırma süresinde Beyaz peynir örneklerinde en fazla miktarda Leu, Glu, Arg, Lys, Pro ve Tyr amino asitlerinin, en düşük miktarda ise Trp amino asitinin olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı aynı zamanda Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma sürecinde serbet amino asit miktarında artış gözlemlediğini belirtmiştir. McCarthy vd. (2017), 8 °C 'de olgunlaşması sırasında Gorgonzola tipi peynirlerin proteolizin derecesini, serbest amino asit ve biyoaktif amin profilleri ve seviyelerindeki ve dokudaki değişimlerini araştırmışlardır. Peynir örneklerinde başlıca bulunan amino asitlerin Glu, Phe, Leu,

Lys ve Thr olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık tüm olgunlaşma zamanlarında en düşük serbest amino asitler arasında Ile, Arg, Ser, Gln ve Pro olduğu ifade edilmiştir. Moreira vd. (2018), 12 °C’de peynir deliklerinin oluşumundan sonra 49 güne kadar Gorgonzola tipi peynirlerin olgunlaştırılması sırasında proteolizin kapsamını, serbest amino asit ve biyoaktif amin profilleri ve seviyelerindeki ve dokudaki değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar olgunlaşma boyunca en bol bulunan serbest amino asitlerin Val, Lys, Leu, ve Phe olduğunu, Olgunlaşmanın 21. gününde Gln, His ve Ile, 28. gününde ise Asp ve Gln ilk olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Olgunlaşma boyunca Ser ve Tyr amino asitlerin miktarı sabit kalmış olsa da amino asitlerin çoğunun miktarının arttığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.8’de Beyaz peynir örneklerinde serbest amino asit miktarlarının varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre Beyaz peynir üretiminde kullanılan kültürlerin Thr ve Ile amino asiti miktarları üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı ($P>0.05$) ancak olgunlaşma süresinin ve örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonunun söz konusu amino asitlerin miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.05$) görülmektedir. Thr ve Ile amino asitleri dışındaki tüm amino asitlerin ve serbest amino asitlerin miktarı üzerinde örnek, olgunlaşma süresi ve örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonunun istatistik açıdan önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Vicente vd. (2001), İdiazabal peynirinin olgunlaşması sırasında serbest amino asit miktarı üzerine starter kültürün ve peynir mayasının etkisini incelemişlerdir. Peynir örneklerinde tüm serbest amino asit miktarı üzerinde olgunlaşma süresi, starter ilavesi ile olgunlaşma süresi $\times$ starter ilavesi interaksyonunun önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Şahingil (2012), Beyaz peynir örneklerinin serbest amino asit miktarları üzerine olgunlaşma süresi, sıcaklık, yardımcı kültür farklılığı ve bunların interaksyonlarının etkisini incelemiştir. Tyr amino asitinin miktarı üzerine olgunlaşma süresinin, Cys amino asiti miktarının üzerine ise olgunlaşma süresi, yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresi $\times$ yardımcı kültür farklılığı interaksyonunun önemli bir etkiye sahip olmadığını ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ancak diğer amino asitlerin miktarı üzerine olgunlaşma süresi, yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresi $\times$ yardımcı kültür farklılığı interaksyonunun önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Niro vd. (2017), farklı sütlerle yapılan Caciocavallo

peynirlerinde olgunlaşma süresinin Tyr, His ve Arg amino asitleri dışında diğer amino asitlerin miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.8. Örneklerin serbest amino asit miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Amino asit adı	KO	F	P
Örnek	Asp	10.316	14.546	0.000
	Glu	66.026	11.963	0.000
	Ser	18.450	50.586	0.000
	Asn	1.631	25.004	0.000
	Gln	0.173	27.273	0.000
	Gly	0.375	21.966	0.000
	His	0.115	7.777	0.000
	GABA	0.556	15.729	0.000
	Thr	0.501	2.069	0.115
	Ala	77.071	416.366	0.000
	Arg	1.042	17.123	0.000
	Pro	0.546	15.425	0.000
	Tyr	4.002	78.329	0.000
	Val	0.370	9.883	0.000
	Met	0.177	45.720	0.000
	Cys	2471.301	364.271	0.000
	Ile	0.239	1.834	0.154
	Leu	0.083	11.977	0.000
	Phe	17.834	103.146	0.000
	Trp	23.585	45.636	0.000
	Lys	1.061	10.335	0.000
	Toplam	3129.056	114.860	0.000
Olgunlaşma süresi	Asp	191.687	270.278	0.000
	Glu	151.369	27.426	0.000
	Ser	281.878	772.841	0.000
	Asn	13.486	206.690	0.000
	Gln	3.131	493.660	0.000
	Gly	21.707	1272.551	0.000
	His	0.550	37.099	0.000
	GABA	13.805	390.475	0.000
	Thr	24.913	102.789	0.000
	Ala	593.918	3208.571	0.000
	Arg	20.361	334.657	0.000
	Pro	1.936	54.737	0.000
	Tyr	22.671	443.769	0.000
	Val	27.192	726.199	0.000
	Met	1.702	439.663	0.000
	Cys	2279.874	336.055	0.000
	Ile	9.404	72.146	0.000
	Leu	0.305	43.973	0.000
	Phe	174.441	1008.906	0.000
	Trp	250.442	484.590	0.000
	Lys	15.851	154.436	0.000
	Toplam	27024.651	992.006	0.000

Çizelge 4.8. Örneklerin serbest amino asit miktarlarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları (devam)

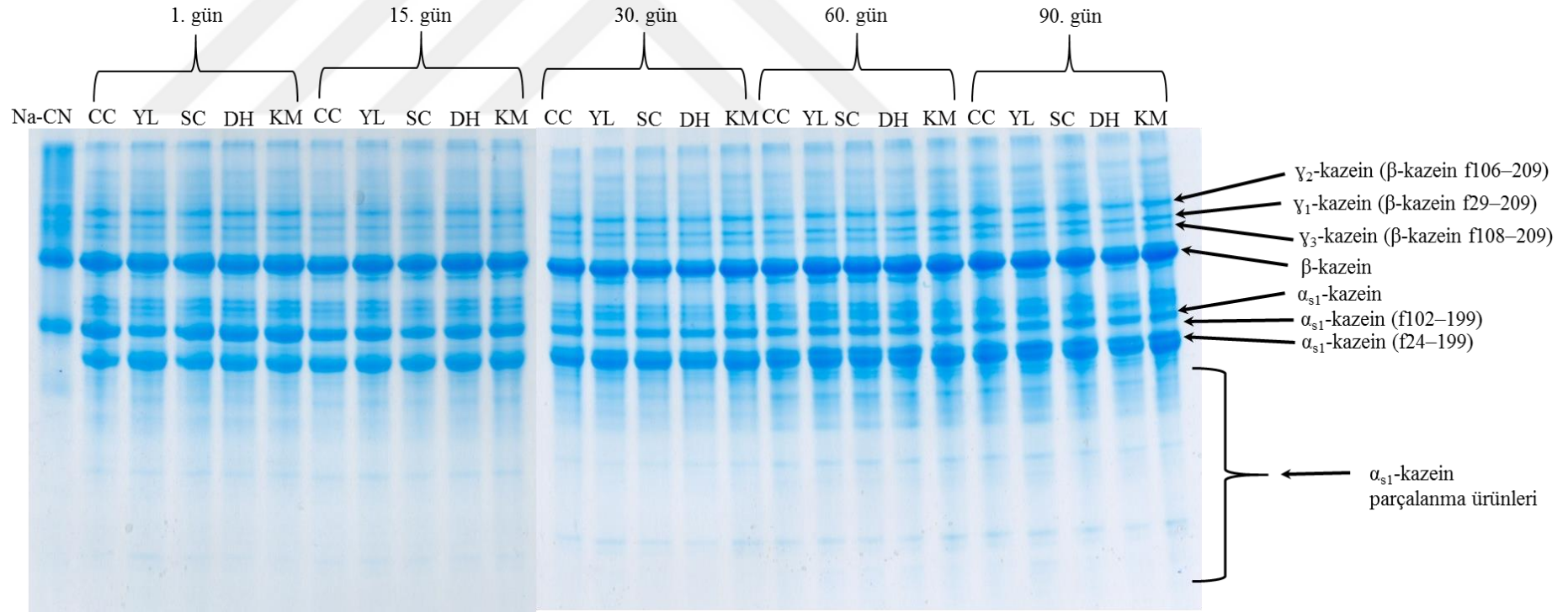
Varyasyon kaynakları	Amino asit Adı	KO	F	P
Örnek × Olgunlaşma süresi	Asp	5.912	8.336	0.000
	Glu	73.278	13.277	0.000
	Ser	6.782	18.594	0.000
	Asn	0.548	8.393	0.000
	Gln	0.103	16.312	0.000
	Gly	0.276	16.184	0.000
	His	0.090	6.095	0.000
	GABA	0.344	9.719	0.000
	Thr	0.652	2.690	0.013
	Ala	73.293	395.957	0.000
	Arg	0.639	10.511	0.000
	Pro	0.659	18.625	0.000
	Tyr	3.695	72.329	0.000
	Val	0.680	18.153	0.000
	Met	0.138	35.570	0.000
	Cys	299.834	44.196	0.000
	Ile	0.498	3.820	0.001
	Leu	0.103	14.880	0.000
	Phe	14.743	85.266	0.000
	Trp	12.293	23.786	0.000
	Lys	1.617	15.751	0.000
	Toplam	776.167	28.491	0.000

4.3.5. Peynirlerde üre-poliakriamid jel elektroforez (üre-PAGE) ile saptanan proteoliz

Peynir üretimi sırasında kullanılan peynir mayası türü, peynir mayasının telemede tutulma oranını ve devamında kazeinlerin proteoliz seviyelerini etkilemektedir. Peynir üretimi sırasında süte eklenen kimozinin %10 veya mikrobiyal rennetin %2–3’ü peynir telemesinde tutulmaktadır. Peynirdeki düşük pH, kimozinin tutulma oranını artırır, ancak pepsin veya mikrobiyal rennet için aynı durum söz konusu olmamaktadır. Kimozin, κ -kazeinin Phe₁₀₅- Met₁₀₆ bağınyı parçalamasının yanı sıra α_{s1} - ve β -kazeindeki ve daha az ölçüde α_{s2} -kazeindeki bazı bağları hidrolize etmektedir. Kimozinin κ -, α_{s1} - ve β -kazeindeki en duyarlı bağları sırasıyla Phe₁₀₅-Met₁₀₆, Leu₁₉₂-Tyr₁₉₃ ve Phe₂₃-Phe₂₄ olduğu belirlenmiştir. Kimozin pH 5.4’te 0.05 M sodyum asetat tamponunda β -kazeindeki Leu₁₉₂-Tyr₁₉₃ > Ala₁₈₉-Phe₁₉₀ > Leu₁₆₅-Ser₁₆₆ > Gln₁₆₇-Ser₁₆₈ > Leu₁₆₃-Ser₁₆₄ > Leu₁₉₃-Leu₁₉₄ > Leu₁₂₇-Thr₁₂₈ olmak üzere 7 bağı parçalamaktadır. Kimozin α_{s1} -kazeindeki Phe₂₃-Phe₂₄ bağı ayrılması ile peynirdeki starter proteinazları tarafından hızla hidrolize edilen bir α_{s1} -kazein (f1-23) peptiti

üretmektedir. Kimozin pH 6.5'teki 0.1 M fosfat tamponunda α_{s1} -kazeindeki Phe₂₃-Phe₂₄, Phe₂₈-Phe₂₉, Leu₄₀-Ser₄₁, Leu₁₄₉-Phe₁₅₀, Phe₁₅₃-Tyr₁₅₄, Leu₁₅₆-Asp₁₅₇, Tyr₁₅₉-Pro₁₆₀ ve Tyr₁₆₄-Tyr₁₆₅ bağlarına etki etmektedir. pH ve iyonik kuvvet kimozinin α_{s1} -kazeini hidrolize etmesini önemli derecede etkilemektedir. β -kazein hidrolizinin aksine, %5 NaCl, α_{s1} -kazeinin hidrolizini uyarır ve pH 5.2'de, yukarıda sözü edilen bağların yanı sıra Leu₁₁-Pro₁₂, Phe₃₂-Gly₃₃, Leu₁₀₁-Lys₁₀₂, Leu₁₄₂-Ala₁₄₃ ve Phe₁₇₉-Ser₁₈₀ bağlarını da hidrolize etmektedir. Kazeinin %20 NaCl'de α_{s1} -kazeini önemli derecede hidrolize ettiği bildirilmiştir (Uniacke-Lowe ve Fox, 2017). Peynirdeki proteinlerin süt kaynaklı proteazlar, bakteriyel ve pıhtılaştırıcı enzimler tarafından hidrolize olması sonucu büyük, orta ve küçük peptitlere ve küçük peptitlerin hidrolizi ile amino asitler meydana gelmektedir (Dave, 2003).

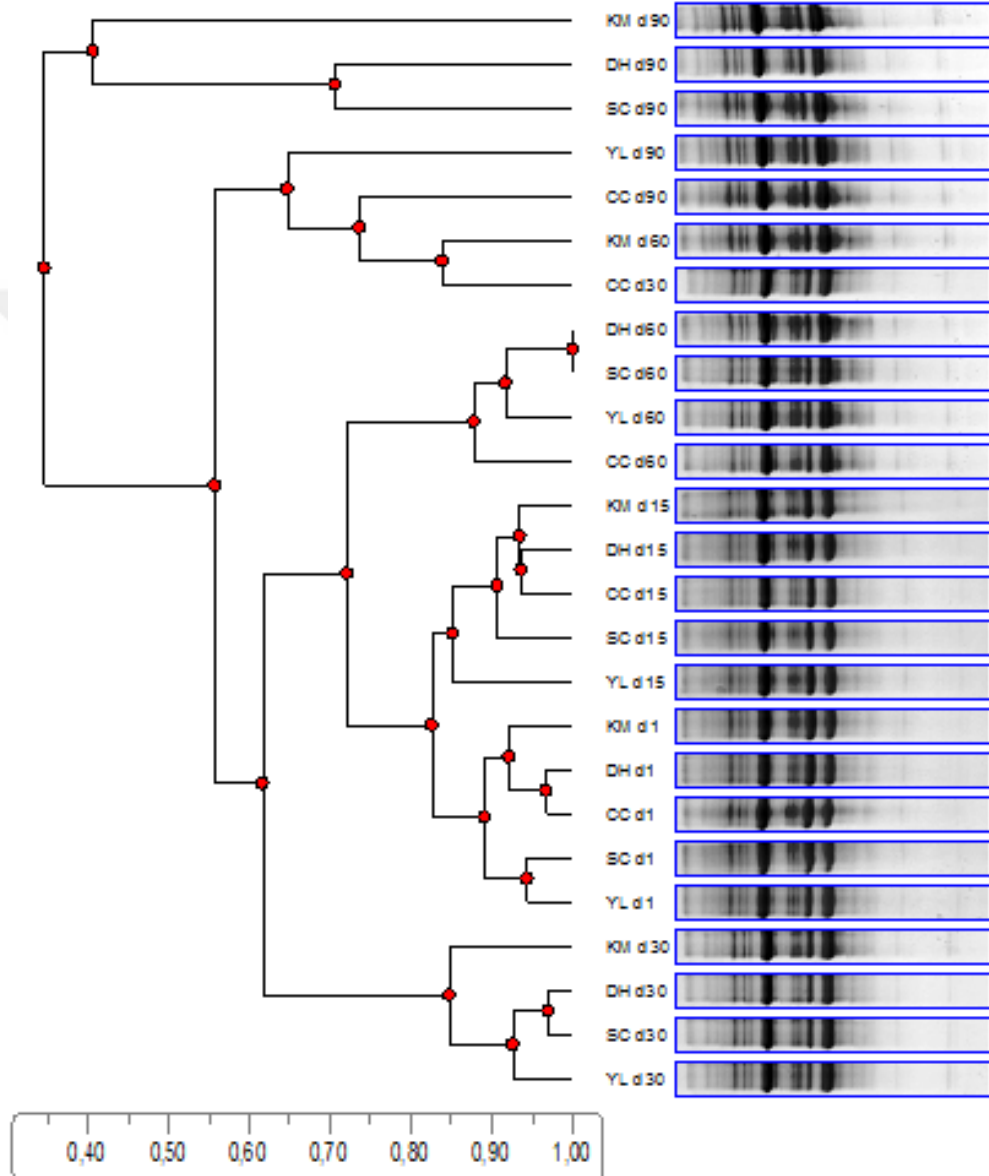
Şekil 4.16'da Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-poliakrilamid jel elektroforetogramları gösterilmiştir. Şekildeki ilk bant sodyum kazeinatın diğer bantlar ise sırasıyla peynirlerin kazein fraksiyonlarının farklı olgunlaşma günlerindeki (1, 15, 30, 60 ve 90. gün) elektroforetik özelliklerini göstermektedir. Olgunlaşmanın tüm günlerinde Beyaz peynirlerde benzer bir parçalanma profili görülmüştür. Olgunlaşmanın 30. gününden itibaren tüm Beyaz peynir örneklerinde α_{s1} -kazeinin bandında bir azalma ve α_{s1} -kazeinin parçalanma bölgesindeki bantların yoğunluğunda artış saptanmıştır. Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde β -kazein bandında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Ayrıca tüm Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresinin sonuna gelindiğinde β -kazeinin parçalanmasının α_{s1} -kazeinde meydana gelen parçalanmaya kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Hayaloğlu (2003), Karaca (2007), Şahingil (2012) ve Erkaya (2014) yaptıkları çalışmalarda, peynir örneklerinin α_{s1} -kazeinlerinin β -kazeine oranla daha fazla hidrolize uğradığını belirtmişlerdir. β -kazein bandının hemen üzerinde görülen γ -kazein fraksiyonlarına ait bant yoğunluğunun tüm Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın ilerlemesiyle özellikle 90. günde önemli derecede artış görülmekte ancak örnekler arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Peynirde kazeinin primer proteolizinin (α_{s1} -kazein ve β -kazeinlerin hidrolizasyonu) çoğunlukla kalıntı kimozin tarafından, sekonder proteolizin (küçük peptitler ve aminoasitler) ise starter olarak kullanılan kültürlerin enzimleri tarafından gerçekleştiği bildirilmektedir (Broadbent vd., 2002).



Şekil 4.16. Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünmeyen fraksiyonlarının üre-poliakrilamid jel elektroforetogramları (Na-CN: sodyum kazein)

Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerinin bant yoğunluğunun arttığı görülmektedir.

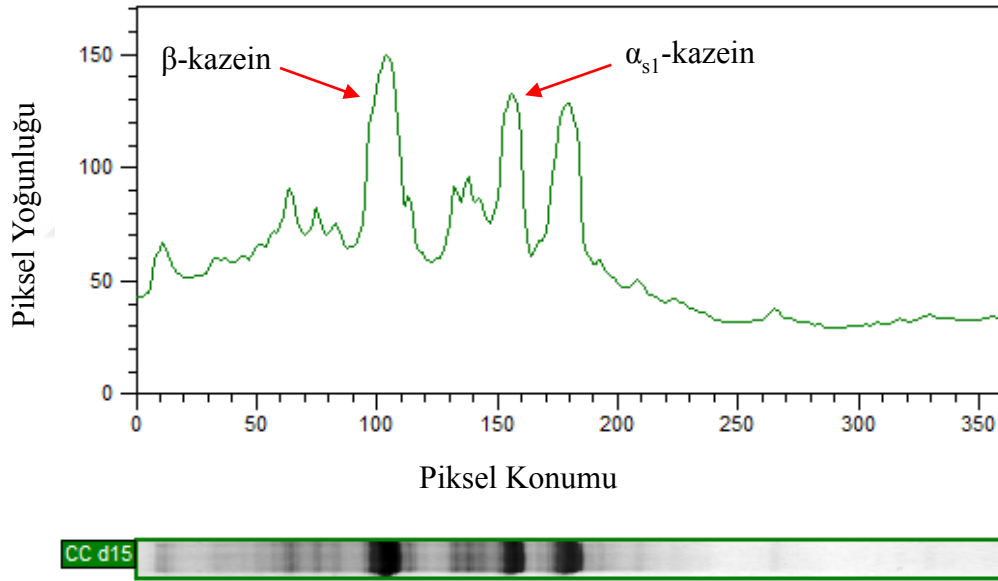
Şekil 4.17’de Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6’da çözünmeyen fraksiyonlarının elektroforetik analizlerinin aşamalı kümeleme analizine ait dendrogramı verilmiştir.



Şekil 4.17. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6’a çözünmeyen fraksiyonlarının elektroforetik analizlerinin aşamalı kümeleme analizi (Hierarchical Cluster Analysis)

Dendrogram incelendiğinde, CC örneğinin 30. günü ile KM örneğinin 60. günü dışında tüm Beyaz peynir örneklerinde aynı olgunlaşma sürelerinin ard arda sıralandığı görülmektedir. Dendrograma genel olarak bakıldığında iki ana grup görülmektedir. İlk grupta olgunlaşmanın 90. gününe ait SC, DH ve KM örnekleri

toplanmakta diğer grupta ise diğer Beyaz peynir örnekleri toplanmıştır. Olgunlaşmanın ilk gününde YL ile SC ve CC, DH ve KM örnekleri iki ayrı gruba ayrıca KM ile CC ve DH örnekleri ise iki alt gruba ayrılmıştır. Olgunlaşmanın 15. gününde YL örneği ile diğer Beyaz peynir örnekleri iki ayrı gruba ayrılmıştır. İkinci grup ise SC örneği ile CC, DH ve KM örneği iki alt gruba ayrılmış olup CC örneği ile DH ve KM iki ayrı grupta toplanmıştır. Olgunlaşmanın 30. gününde KM örneği ile YL, SC ve DH aynı grupta olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. İkinci grupta YL örneği ve SC ile DH örneği iki alt grupta toplanmıştır. Olgunlaşmanın 60. gününde CC örneği ile YL, SC ve DH aynı grupta olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. İkinci grupta YL örneği ve SC ile DH örneği iki alt grupta toplanmıştır. Olgunlaşmanın 90. gününde örnekler farklı gruplara dağılmıştır. SC, DH ve KM örnekleri ard arda sıralanmış olup SC ile DH örneği ve KM örneği grupta toplanmıştır.



Şekil 4.18. Bir Beyaz peynir örneğinin pH 4.6'a çözünmeyen fraksiyonunun üre poliakrilamid jel elektroforegram bant yoğunluğuna ait şematik gösterimi

Şekil 4.18'de bir Beyaz peynir örneğinin pH 4.6'a çözünmeyen fraksiyonunun üre poliakrilamid jel elektroforegram bant yoğunluğuna ait şematik gösterimi verilmiştir. Elektroforez yöntemi ile ayrımı gerçekleşen kazein fraksiyonlarının bant yoğunluğunun artması ile pik yoğunluğunda artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.9. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kalıntı β -kazein oranları (%)

Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1	100 ^D	100 ^D	100 ^D	100 ^E	100 ^D
15	96.25±4.24 ^{a,CD}	78.60±2.83 ^{b,C}	93.23±4.24 ^{a,C}	94.89±2.12 ^{a,D}	93.72±3.54 ^{a,C}
30	90.55±3.54 ^{c,C}	68.67±3.54 ^{a,B}	78.60±1.41 ^{b,B}	89.34±2.83 ^{c,C}	91.75±2.83 ^{c,C}
60	79.75±2.12 ^{c,B}	66.17±2.12 ^{a,B}	72.88±2.83 ^{b,B}	81.34±1.41 ^{c,B}	81.52±2.12 ^{c,B}
90	66.97±2.83 ^{bc,A}	58.84±1.41 ^{a,A}	63.14±2.12 ^{ab,A}	69.38±0.71 ^{c,A}	70.59±1.41 ^{c,A}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

Çizelge 4.9’da Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca proteolitik aktiviteden etkilenmeden kalan β -kazein oranları verilmiştir. Yapılan dansitometrik hesaplama göre olgunlaşmanın ilk günü Beyaz peynir örneklerinde belirlenen β -kazein bandına ait alan 100 olarak kabul edilmiş olup sonraki günlerde oluşan bantların alanı ise buna göre belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinin kalıntı β -kazein oranının olgunlaşmanın başlangıcından sonuna doğru giderek azaldığı saptanmıştır. Beyaz peynir örneklerinde kalıntı β -kazein oranı olgunlaşmanın 15. gününde en düşük YL (78.60±2.83), en yüksek CC örneğine (96.25±4.24) ve olgunlaşmanın 90. gününde en düşük YL (58.60±1.41), en yüksek KM örneğine (70.59±1.41) ait bulunmuştur. Peynir örnekleri arasında proteolitik aktivite sonucu YL örneğinde daha fazla, KM örneğinde daha az β -kazeinin proteolize uğradığı görülmüştür. Hayaloğlu vd. (2005), yaptığı çalışmada Beyaz peynir örneğinin kalıntı β -kazein oranlarının olgunlaşmanın 15. gününde %93.8 ile %96.9 arasında olduğunu ve olgunlaşmanın 90. gününde ise %80.1 ile %84.9 değerlerine düştüğünü saptamışlardır. Karaca (2007), yaptığı çalışmada Beyaz peynir örneklerinin kalıntı β -kazein oranlarının olgunlaşmanın 15. gününde %81.62 ile %95.83 arasında olduğunu ve olgunlaşmanın 90. gününde ise %58.05 ile %82.67 değerlerine düştüğünü belirtmiştir. Yaşar (2007), peynir örneklerinin β -kazein oranları olgunlaşmanın 15. gününde %91.00 ile %94.33 arasında değişirken, olgunlaşmanın 90. gününde %53.34 ile %79.02 arası değerlerine düştüğünü belirtmiştir.

Çizelge 4.10’da, Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca proteolitik aktiviteden etkilenmeden kalan α_{s1} -kazein oranları verilmiştir. Yapılan dansitometrik hesaplama göre olgunlaşmanın ilk günü peynir örneklerinde belirlenen α_{s1} -kazein bandına ait alan 100 olarak kabul edilmiş olup sonraki günlerde oluşan bantların alanı ise buna göre belirlenmiştir. Peynir örneklerinin kalıntı α_{s1} -kazein oranının olgunlaşmanın başlangıcından sonuna doğru giderek azaldığı saptanmıştır. Peynir

örneklerinde kalıntı α_{s1} -kazein oranı olgunlaşmanın 15. gününde en düşük CC (78.63±3.54), en yüksek YL örneğine (91.96±2.12) ve olgunlaşmanın 90. gününde en düşük DH (36.31±2.12), en yüksek SC örneğine (49.86±2.12) ait bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kalıntı α_{s1} -kazein oranları (%)

Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1	100 ^D	100 ^D	100 ^D	100 ^E	100 ^D
15	78.63±3.54 ^{a,C}	91.96±2.12 ^{b,C}	86.43±2.12 ^{b,C}	89.97±3.54 ^{b,D}	87.63±2.83 ^{b,C}
30	71.14±2.82 ^{a,B}	88.28±2.12 ^{c,C}	81.63±1.41 ^{b,C}	78.95±1.41 ^{b,C}	78.95±4.24 ^{b,B}
60	40.99±2.12 ^{a,A}	80.96±2.12 ^{d,B}	69.42±2.83 ^{c,B}	57.63±2.83 ^{b,B}	73.68±1.41 ^{c,B}
90	38.53±1.41 ^{a,A}	47.68±1.41 ^{b,A}	49.86±2.12 ^{b,A}	36.31±2.12 ^{a,A}	46.45±2.12 ^{b,A}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

Hayaloğlu vd. (2005), yaptığı çalışmada Beyaz peynir örneğinin kalıntı α_{s1} -kazein oranlarının olgunlaşmanın 15. gününde %86.8 ile %81.2 arasında olduğunu ve olgunlaşmanın 90. gününde ise %27.9 ile % 50.3 değerlerine düştüğünü saptamışlardır. Karaca (2007), yaptığı çalışmada Beyaz peynir örneklerinin kalıntı α_{s1} -kazein oranlarının olgunlaşmanın 15. gününde %79.33 ile %87.75 arasında olduğunu ve olgunlaşmanın 90. gününde ise %36.77 ile %49.95 değerlerine düştüğünü belirtmiştir. Yaşar (2007), Beyaz peynir örneklerinin kalıntı α_{s1} -kazein oranları olgunlaşmanın 15. gününde %80.33 ile %89.66 arasında değişirken, olgunlaşmanın 90. gününde %40.00 ile %62.66 arası değerlere düştüğünü belirtmiştir. Bulat (2011), yaptığı çalışmada Beyaz peynir örneklerinin hidroliz derecesinin olgunlaşmanın 90. gününde olduğunu ve kalıntı α_{s1} -kazein oranlarının %47 ile %38 arasında değiştiğini belirlemiştir. Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerinde, kalıntı α_{s1} -kazein oranlarının olgunlaşmanın 60. gününde %85.38 ile %93.68 arasında olduğunu ve olgunlaşmanın 120. gününde ise %66.75 ile %76.67 değerlerine düştüğünü belirtmiştir.

Karaca (2007), Beyaz peyniri örneklerinin kalıntı α_{s1} - ve β -kazein oranları üzerinde enzim uygulaması, olgunlaşma süresi ve kültür ilavesi $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli olduğunu belirlemiştir. Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerinin kalıntı α_{s1} -kazein oranları üzerine kültür ilavesi ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin etkisini istatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli bulmuş ancak kültür ilavesi $\times$ olgunlaşma süresi değişkenlerine ait interaksiyonun istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğunu belirtmiştir.

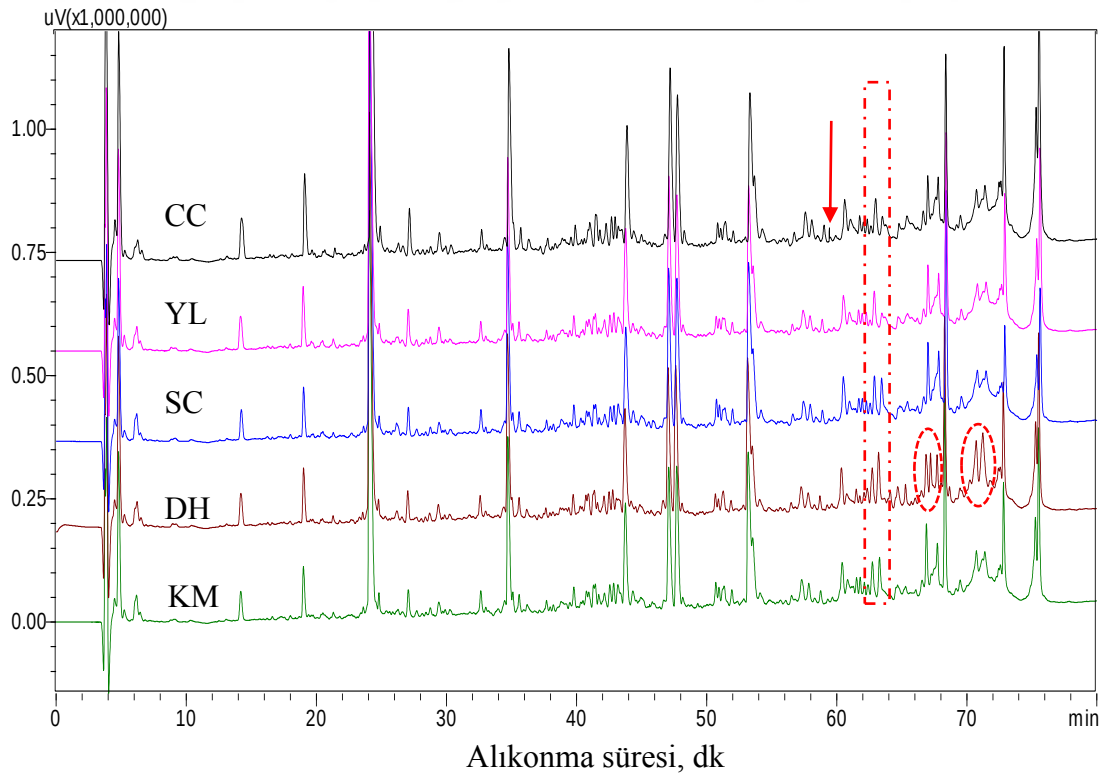
4.3.6. Ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit profili

RP-HPLC, kazein hidrolizatındaki peptitleri karakterize etmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle ters faz kolonları ile HPLC jel geçirgenliğindeki kazeinleri ve peynir altı suyu proteinlerini karakterize etmek için sıklıkla tercih edilmektedir (Kucukoner ve Haque, 1998). Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen fraksiyonlarının RP-HPLC kromatogramları Şekil 4.19– 4.28'de olgunlaşma süresi ve farklı kültür kullanımına bağlı olarak değişimleri gösterilmiştir. RP-HPLC'de, sabit faz hareketli fazdan daha hidrofobiktir. Peynirdeki peptitleri RP-HPLC tekniği ile ayırma, sabit fazın değişen hidrofobisite dereceleri ile fraksiyondaki çözünen maddelerin geri dönüşümlü adsorpsiyonuna/desorpsiyonuna bağlıdır. Böylece hareketli fazın hidrofobisitesinin artmasıyla hidrofobisitesi düşük olan madde hidrofobisitesi yüksek olan maddeye göre kolunu daha önce terk eder (Pripp vd., 1999). Beyaz peynir örneklerinin peptit profillerine bakıldığında, alıkonma süresinin ilk 40 dakikasında hidrofilik özellikteki peptitlerin 40 dakikadan sonrasında ise hidrofobik özellikteki peptitler görülmektedir. Tüm peynir örneklerinin peptit profilleri pik yüksekliklerinde meydana gelen değişim özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Beyaz peynir örneklerinden elde edilen kromatogramlardaki peptit profilleri arasındaki farklılık peynir üretiminde kullanılan kültüre ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göze çarpmaktadır.

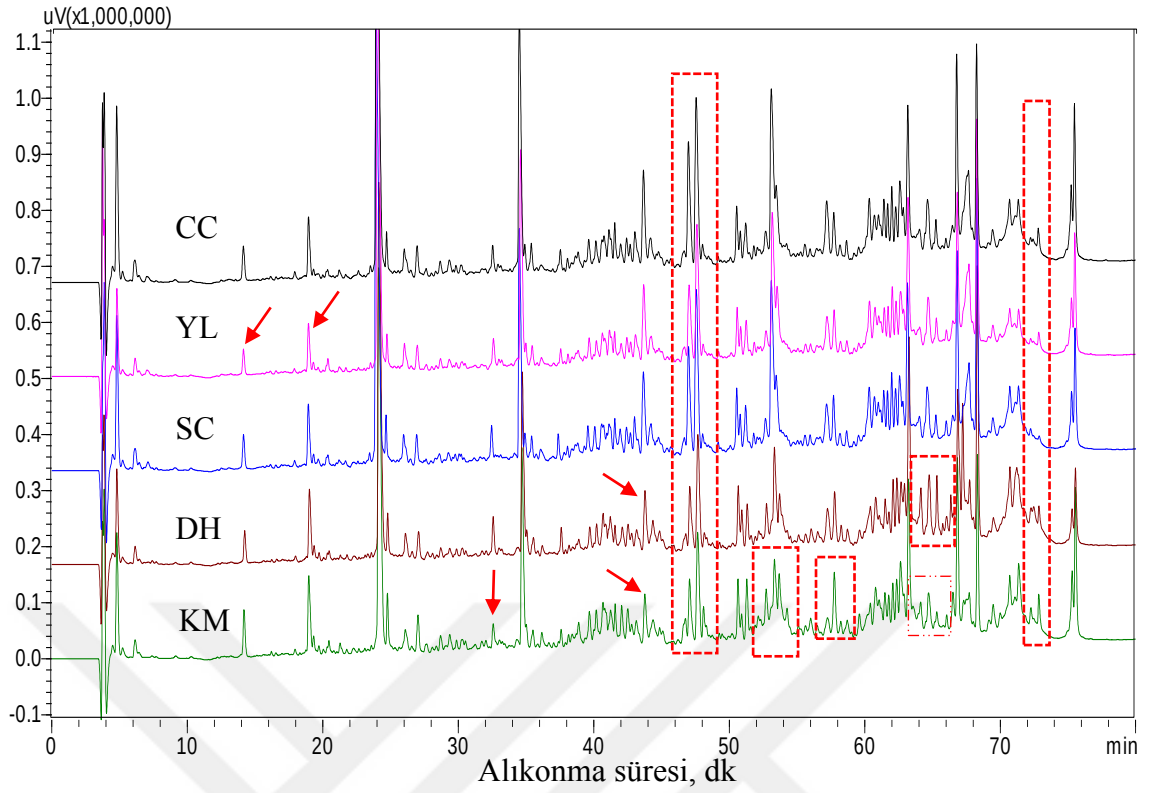
Olgunlaşmanın 1. günündeki peptit profiline bakıldığında (Şekil 4.19), alıkonma zamanının 14, 19, 27 ve 59. dakikalarında gelen piklerin yüksekliğinin CC örneğinde biraz yüksek çıkması ile birlikte diğer örneklerde birbirine yakın çıktığı görülmektedir. CC ve YL örneğindeki 64. dakikada gelen pik yüksekliği diğer peynir örneklerine göre daha düşük çıkmıştır. DH örneğinde 67, 71 ve 72. dakikada gelen peptitlerin pik yüksekliği diğer örneklere göre fazla olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 15. günündeki peptit profiline bakıldığında (Şekil 4.20), YL örneğinde alıkonma zamanının 14 ile 19. dakikalarında ve KM örneğinin 32.5 dakikasında gelen piklerin yüksekliği daha düşük çıkmasına rağmen diğer örneklerde birbirine yakın çıktığı görülmektedir. Alıkonma zamanının 44. dakikasında gelen pik yüksekliği KM ve devamında DH örneğinde diğer örneklere göre düşük çıkmıştır. Alıkonma süresinin 46.5 ve 48.5 dakika olduğu KM örneğine ait pik yükseklikleri ile 47 ve 48 dakika olan CC ve SC örneklerine ait pik yükseklikleri diğer örneklere göre fazla çıkmıştır.

Alıkonma süresinin 52 ile 55 dakika aralığına ait piklerin yüksekliğine bakıldığında CC, YL ve SC örneklerinin DH ve KM örneğine kıyasla yüksek çıktığı görülmüştür. Ancak bu zaman aralığında DH ve özellikle KM örneğinde yeni piklerin oluşmasına bağlı olarak pik yüksekliklerinin düşük olduğu düşünülebilir. Bu durumun nedeninin ise peynir yapımında kullanılan kültürlerle ait proteolitik enzimlerin peptitleri parçalayarak yeni peptit ya da amino asitleri meydana getirmesi ile açıklanabilir. pH 4.6'da ve %12'lik TCA'da çözünen azot oranı ile toplam serbest amino asit miktarlarına bakılacak olursa olgunlaşmanın 15. gününde KM örneğinin diğer peynir örneklerine göre daha yüksek miktarda olması da sonucu desteklemektedir. Diğer örneklerle göre KM örneğine ait 57. dakikada gelen pik yüksekliği düşük ancak 58. dakikada gelen pik yüksekliği ise fazla çıkmıştır. Bu durum ise ilk gelen pikin parçalanması ile meydana gelen peptitin devamında gelen pikin yüksekliğini artırdığını düşündürmektedir. 63.5. dakikada gelen pik yüksekliği SC örneğinde en yüksek çıkmıştır. Alıkonma süresinin 64 ile 68 dakika aralığına ait piklerin yüksekliğine bakıldığında CC, YL ve SC örneklerine kıyasla özellikle DH örneğinde fazla ve KM örneğinde ise en düşük çıktığı görülmüştür. 72. ile 73. dakikada gelen piklerin yüksekliği diğer örneklerle kıyasla KM örneğinde yüksek ve 75. ile 76. dakikada gelen piklerin yüksekliği ise DH örneğinde düşük çıkmıştır. Olgunlaşmanın 30. günündeki peptit profiline bakıldığında (Şekil 4.21), alıkonma zamanının 19. ve 24.5. dakikalarında gelen piklerin yükseklikleri diğer örneklerle kıyasla CC örneğinde fazla olduğu görülmektedir. Diğer örneklerle kıyasla YL örneğinde alıkonma süresinin 20 ile 23 ve DH örneğinde ise 28 ile 30. dakika aralığına ait piklerin yüksekliklerinin fazla ancak sayısının az olduğu görülmektedir. CC ve DH örneklerinin 26. dakikada gelen pik yüksekliği diğer örneklerle göre düşük çıkmıştır. DH ve KM örneklerinde 32 ile 34 ve 60 ile 63 dakika aralığındaki peptitlerin pik yükseklikleri diğer örneklerle kıyasla düşük çıkmıştır. 44 ve 47. dakikalarda gelen piklerin yüksekliği en az DH devamında KM örneğinde belirlenmiş olup diğer örneklerinde piklerin yükseklikleri benzerlik göstermiştir. DH ve KM örneklerinde 46.5 ve 48.5. dakikada gelen peptitlerin pik yükseklikleri diğer örneklerle kıyasla fazla çıkmıştır. 48., 52 ile 55. dakika aralığında ve 68. dakikada gelen peptitlerin pik yükseklikleri diğer örneklerle kıyasla KM örneğinde, 50 ile 52. dakika aralığında ve 72.5. dakikada da DH örneğinde ve 64 ile 65. dakika aralığında ise CC örneğinde düşük çıkmıştır. 57.5. dakikada gelen peptitin pik yüksekliği CC ve özellikle KM örneğinde düşük çıkmış olup 73.5 dakikada gelen pik yüksekliği CC ve DH örneğinde diğer örneklerle kıyasla fazla

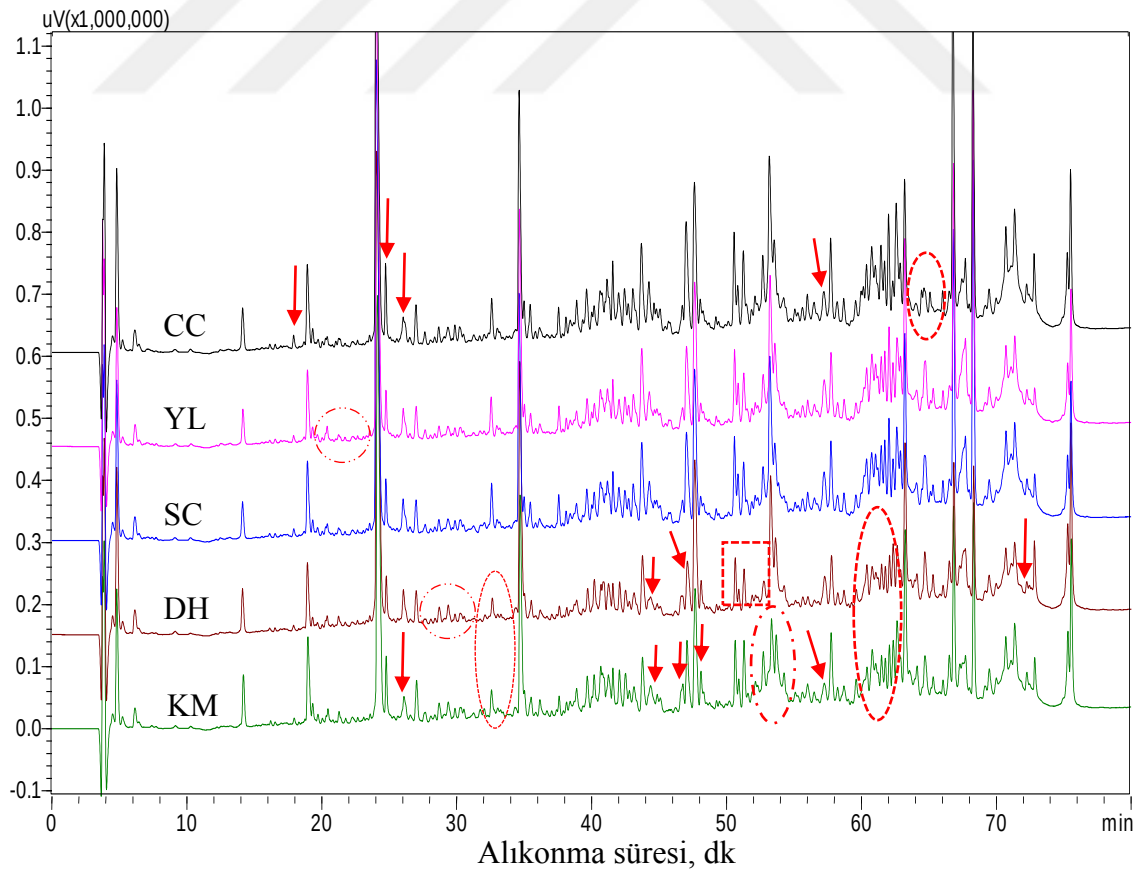
çıkıştır. Olgunlaşmanın 60. günündeki peptit profiline bakıldığında (Şekil 4.22), diğer örneklerle kıyaslandığında YL örneğinde 21. dakikada, DH örneğinde ise 64 ile 66.5 dakika arası ve 67.5 dakikada gelen peptitlere ait pik yüksekliği fazla ancak sayısı düşük çıkmıştır. CC ve SC örneklerinde 26. dakikada gelen peptitin pik yüksekliği diğer örneklerle kıyasla fazla çıkmıştır. DH ve KM örneklerinde 49 ve 76. dakikada gelen peptitlerin pik yükseklikleri diğer örneklerle kıyasla düşük çıkmıştır. Diğer örneklerle kıyasla 58. dakikada KM örneğinin ve 63. dakikada gelen DH örneğinin pik yüksekliği düşük çıkmıştır. DH örneğinin 71 ve 72. dakikada gelen pik sayısı diğer örneklerden düşük çıkmıştır. Olgunlaşmanın 90. günündeki peptit profiline bakıldığında (Şekil 4.23), KM örneğine ait 12.5. dakikada gelen pik yüksekliği diğer örneklerle kıyasla oldukça fazla çıkmış ancak 19. dakikada ise oldukça düşük çıkmıştır. Bu durum olgunlaşma süresi göz önüne alındığında 19. dakikada gelen peptitin parçalandığını ve parçalanma ürününün 12.5. dakikada gelen peptitin pik yüksekliğini artırdığını düşündürmektedir. Beyaz peynir örneklerinin pik yüksekliklerine bakıldığında DH örneğinin özellikle 14 ve 38. dakikalarda ve 20 ile 24, 50 ile 52 ve 70 ile 74. dakika aralığında gelen peptitlerin daha fazla olduğu görülmektedir. Diğer örneklerle göre CC örneğinde 63. dakikada gelen pik yüksekliği en yüksek ve KM örneğinde ise 73 ve 75.5. dakikalarındaki pik yükseklikleri düşük çıkmıştır.



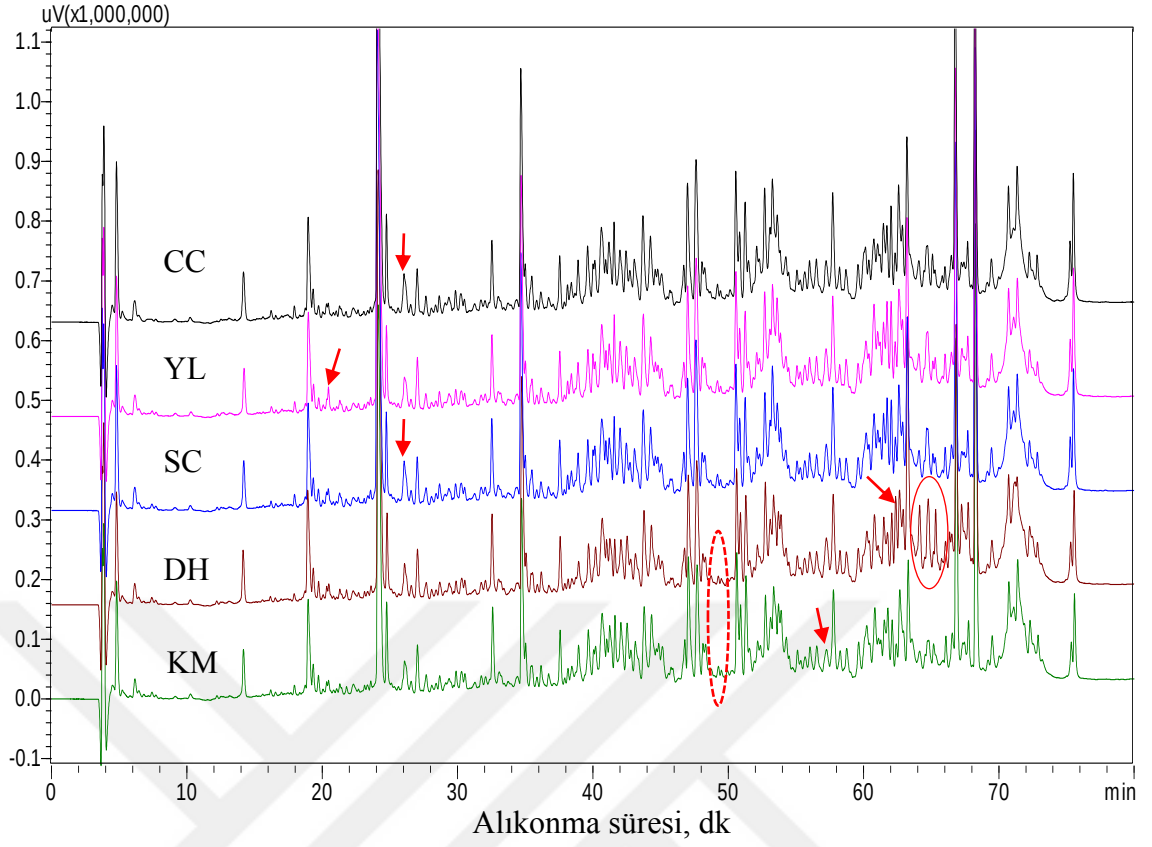
Şekil 4.19. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1. günündeki peptit profilleri



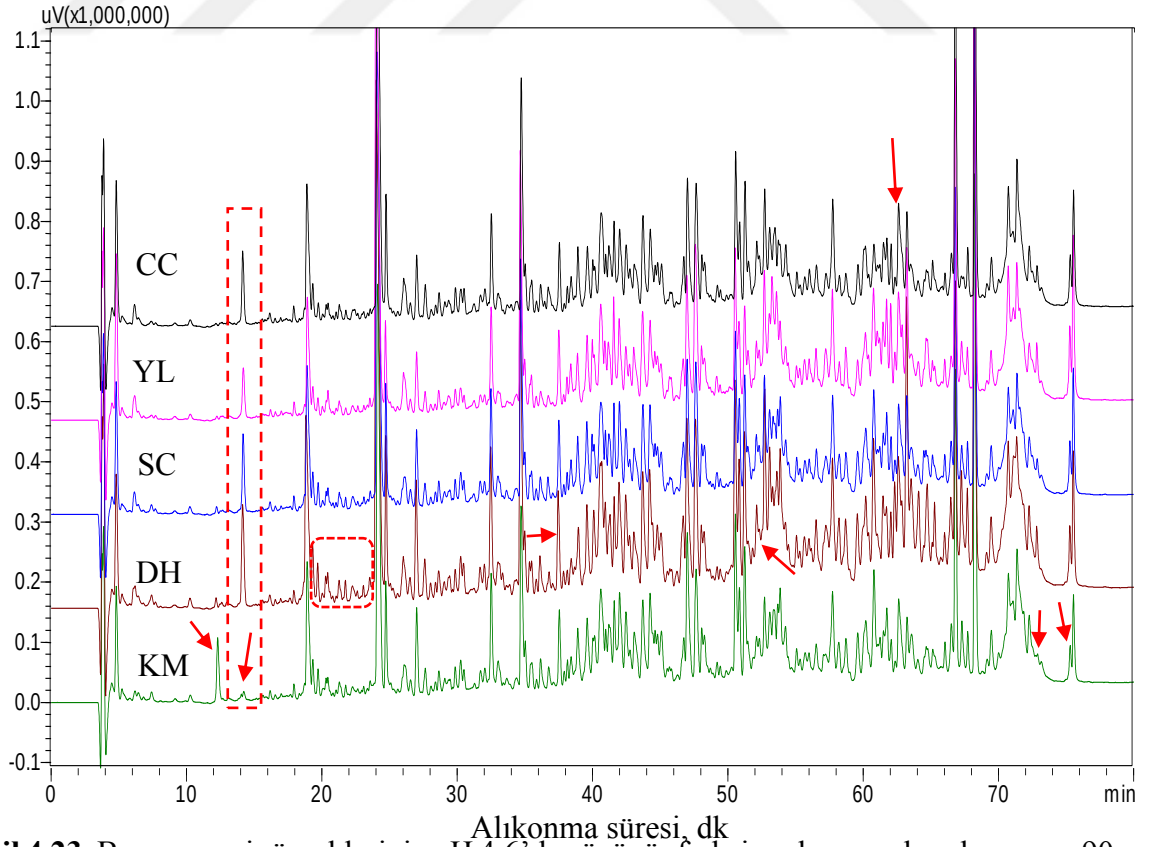
Şekil 4.20. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 15. günündeki peptit profilleri



Şekil 4.21. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 30. günündeki peptit profilleri

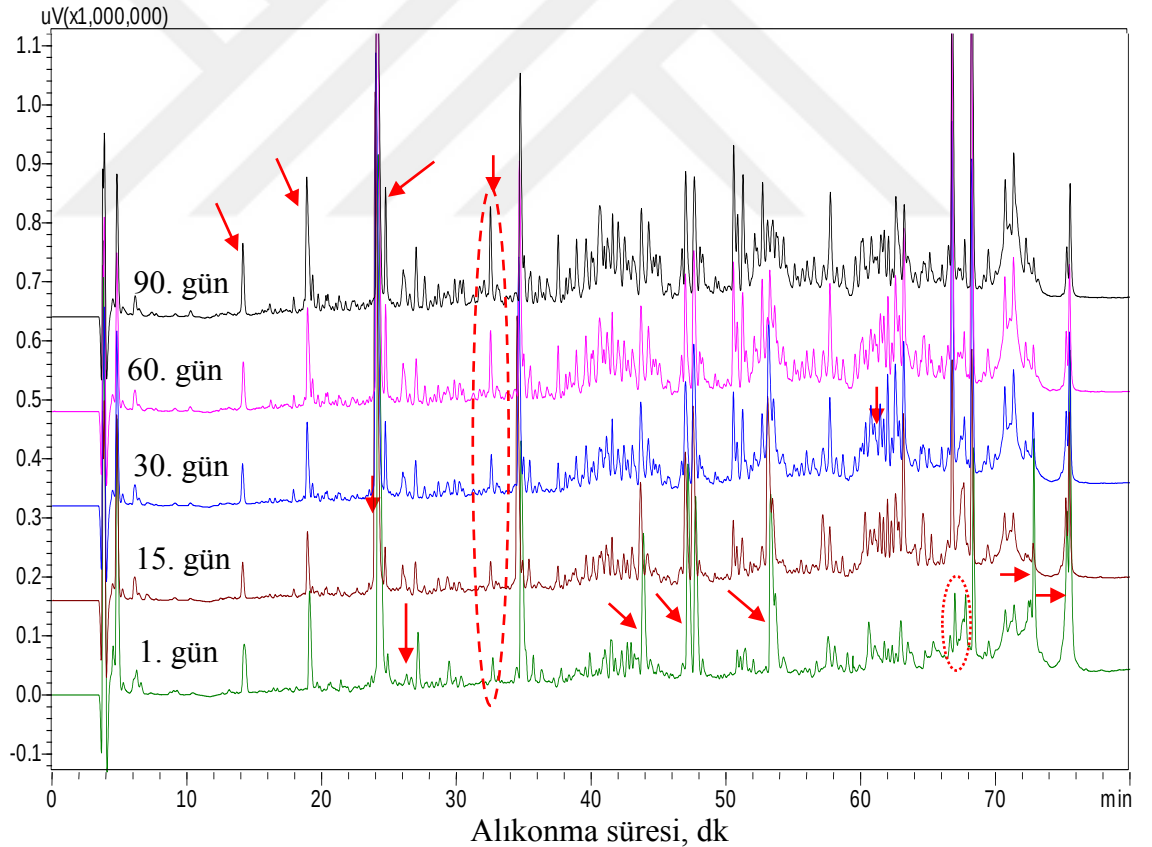


Şekil 4.22. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 60. günündeki peptit profilleri

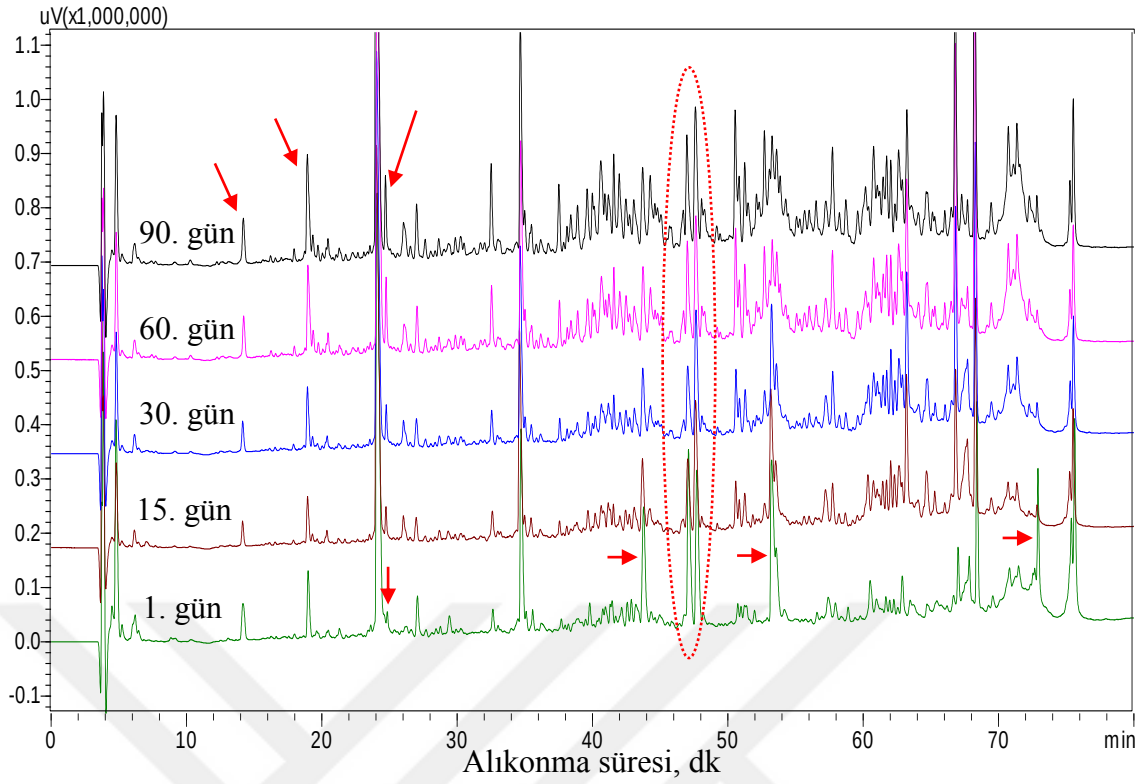


Şekil 4.23. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 90. günündeki peptit profilleri

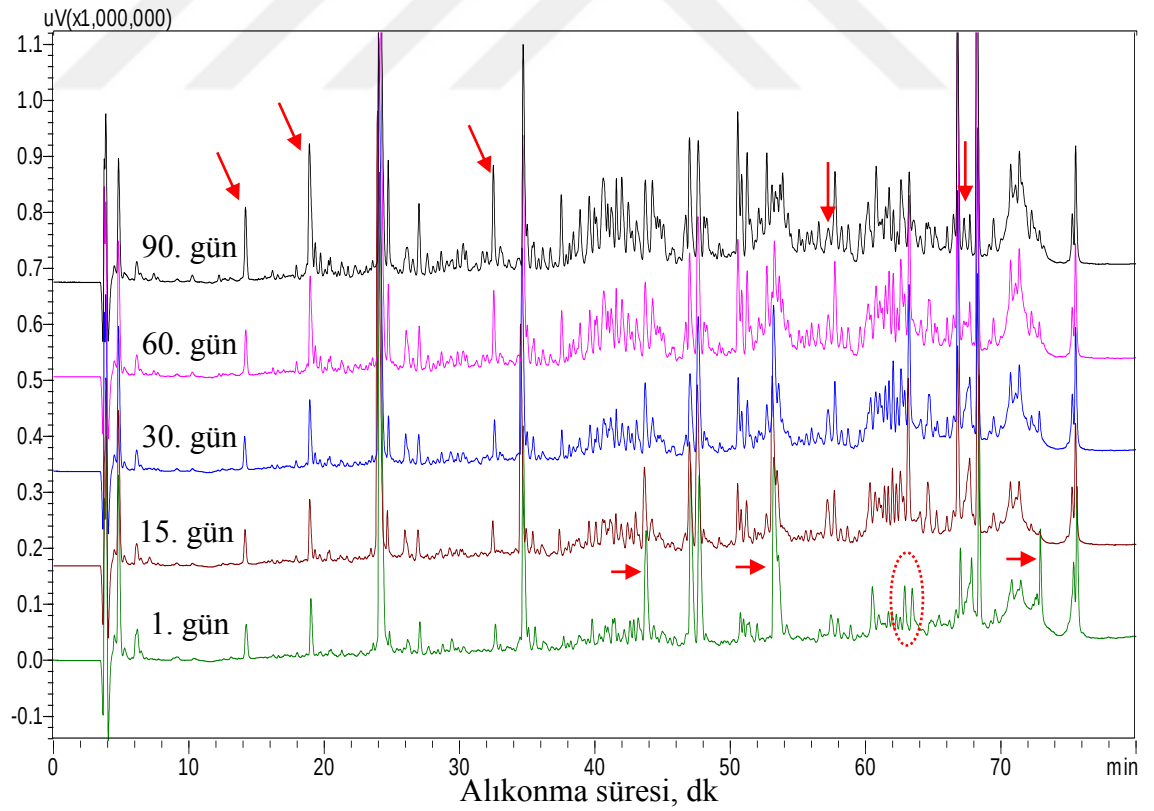
Şekil 4.24–4.28’ye bakıldığında genellikle olgunlaşma süresi ilerledikçe, örnekler ait kromatogramlardaki piklerin yüksekliğinde artış görülmektedir. Beyaz peyniri örneklerinde, olgunlaşma süresine bağlı olarak alıkonma süresinin 14, 19, 25, 26, 28, 33, 45 ve 66. dakikalarında gelen peptitlere ait pik yüksekliklerinin artış gösterdiği ve 44, 47, 48, 54, 73 ve 75. dakikalarında gelen peptitlere ait pik yüksekliklerinin ise azalış gösterdiği görülmektedir. Olgunlaşmanın ilk gününde 54. dakikada gelen peptitin pik yüksekliği olgunlaşmanın ilerlemesiyle azalma göstermiş ve yeni peptitlerin oluştuğu görülmüştür. Ancak 68. dakikada gelen peptitin pik yüksekliğinde olgunlaşma süresi boyunca artış ve azalışlar görülmektedir. Beyaz peynir örneklerinin peptit profilleri incelendiğinde, peptitlerin çoğunlukla hidrofobik bölgede olduğu görülmektedir. Ayrıca olgunlaşma süresi ile peynir örneklerinin peptit profillerinde çok sayıda pikin oluştuğu, ancak oluşan piklerin sayısından çok pik yüksekliklerinde değişiklik olduğu görülmektedir.



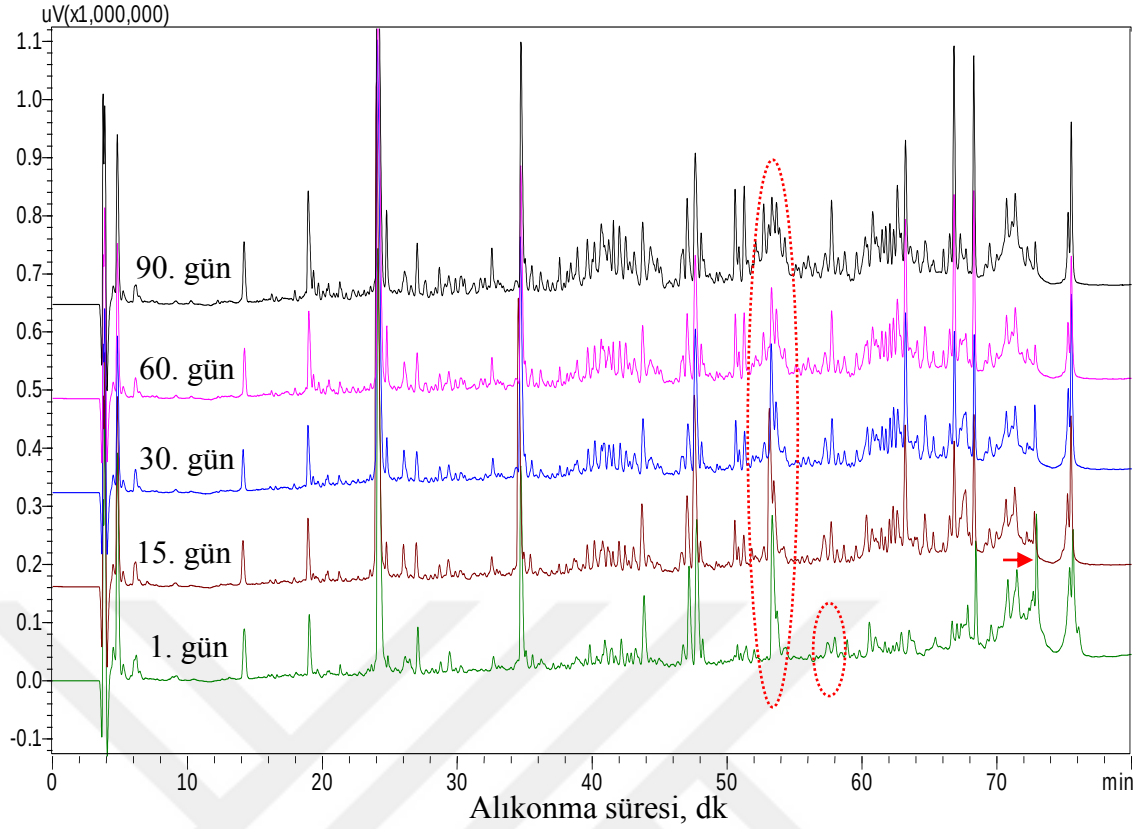
Şekil 4.24. CC Beyaz peynirinin pH 4.6’da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri



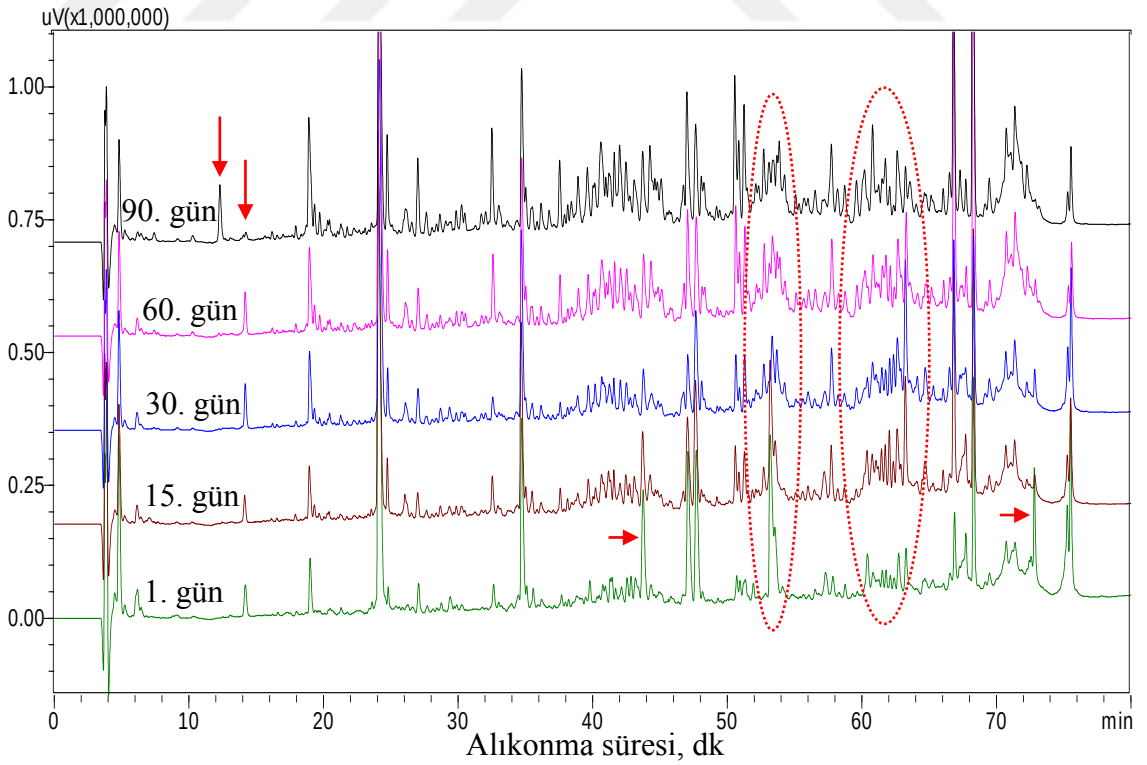
Şekil 4.25. YL Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri



Şekil 4.26. SC Beyaz peynirinin pH 4.6'da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri



Şekil 4.27. DH Beyaz peynirinin pH 4.6’da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri



Şekil 4.28. KM Beyaz peynirinin pH 4.6’da çözünür fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerindeki peptit profilleri

Budak ve Akal (2018), mayaların bazı peynir çeşitlerinde yardımcı kültür olarak kullanılabildiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar peynir üretiminde ticari olarak yardımcı maya kültürleri arasında *D. hansenii*, *K. marxianus* ve *S. cerevisiae*'nin en yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar olduğunu ifade etmişlerdir. Mayalar tarafından salgılanan proteazların çoğu, sütün pıhtılaşma enzimleri grubunda olan aspartik (asit) proteazlara aittir. Bu durum, maya suşları tarafından üretilen proteazların peynir olgunlaşması için önemini göstermektedir. Diğer mayalara kıyasla *Y. lipolytica*, *K. marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *S. cerevisiae*'nin proteolitik aktivitelerinin (kazeinolitik, aminopeptidaz ve karboksipeptidaz aktiviteleri) daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Budak ve Akal, 2018). Klein vd. (2002), yaptıkları çalışmada, süt ürünlerinde sıkça karşılaşılan dört maya türünün (*Kluyveromyces lactis*, *S. cerevisiae*, *D. hansenii* and *Pichia anomala*) peptidazlarını β -kazein türevli peptidlere yönelik aktivitesi açısından incelemiş ve altı bakteri türü (*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc lactis*, *Pediococcus pentosaceus*, *Bifidobacterium bifidum* ve *Brevibacterium linens*) ile karşılaştırmıştır. Söz konusu maya kültürlerinin kazein türevli peptitleri hidrolize etme yeteneğine sahip olduğunu ve süt ürünlerinde starter yardımcı kültür olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Wit vd. (2005), inoküle edilmiş maya türlerinden *D. hansenii* ve *Y. lipolytica*'ya ait enzimlerin, Cheddar peynirindeki lipoliz ve proteoliz üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Söz konusu mayaların birlikte kullanıldığı peynir örneğinde proteinlerin parçalanmasının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu durum ise hem mayaların kendi aralarında hem de starter kültür arasında sinerjistik mekanizması ile açıklanmaktadır.

4.3.7. Beyaz peynirlerde meydana gelen proteolitik özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları

Beyaz peynirlerde olgunlaşma boyunca belirlenen proteolitik özelliklerinin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre, örneklerin, olgunlaşma süresinin ve örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun tüm proteolitik özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.11. Beyaz peynirlerin proteolitik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Proteolitik özellikler	KO	F	P
Örnek	pH 4.6-SN	268.350	388.957	0.000
	%12'lik TCA-SN	2.261	13.085	0.000
	TFAA	0.052	177.298	0.000
	β -kazein	310.270	53.680	0.000
	α_{s1} -kazein	367.471	75.938	0.000
Olgunlaşma süresi	pH 4.6-SN	117.319	170.047	0.000
	%12'lik TCA-SN	86.052	497.906	0.000
	TFAA	1.482	5025.986	0.000
	β -kazein	1747.531	302.342	0.000
	α_{s1} -kazein	4688.207	968.818	0.000
Örnek $\times$ Olgunlaşma süresi	pH 4.6-SN	22.066	31.984	0.000
	%12'lik TCA-SN	3.554	20.564	0.000
	TFAA	0.077	262.569	0.000
	β -kazein	31.844	5.509	0.000
	α_{s1} -kazein	80.384	16.611	0.000

4.4. Beyaz Peynirlerde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinin koliform grubu bakteri, plate count agar (PCA)'da toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), M17 agarda gelişen laktik asit bakteri ve yeast extract glucose chloramphenical (YGC) agarda gelişen maya kültürlerinin sayım sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

4.4.1. Koliform grubu bakteri sayıları

Peynir üretiminde kullanılan sütlerle kültürlerin eklenmesi sonrasında elde edilen peynir örnekleri olgunlaşmanın tüm periyotlarında (1, 15, 30, 60 ve 90. günleri) koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir (<1 log kob/g). Dağdemir (2001), Beyaz peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayısını en düşük olgunlaşmanın 90. gününde <1 log kob/g ve en yüksek olgunlaşmanın ilk gününde 4.45 log kob/g saptamıştır. Dağdemir (2006), Beyaz peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayısı en düşük <1 log kob/g, en yüksek 5.41 log kob/g ve ortalama 1.98 log kob/g bulmuştur. Yangılar (2011), probiyotik kültür kullanılarak yapılan Beyaz peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayısı en düşük <1 log kob/g ve en yüksek 3.87 log kob/g bulunduğunu belirtmiştir. Şahingil (2012), Beyaz peynir üretiminde kültür ilavesinden

sonra olgunlaşmanın 1, 20, 30, 60, 90 ve 120. günlerinde alınan örneklerde koliform grubu bakteri tespit edilmediğini ifade etmiştir.

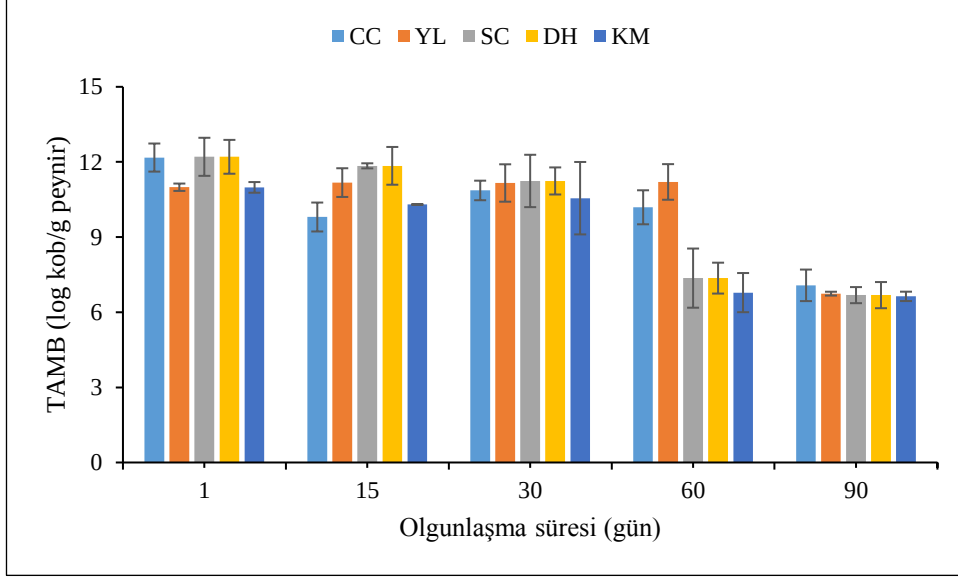
Çizelge 4.12. Beyaz peynir örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g peynir, n=2)

Örnek	Gün	TAMB sayısı	LAB sayısı	Maya sayısı
CC	1	12.18±0.56 ^{b,D}	12.51±0.26 ^{b,E}	TE
	15	9.80±0.58 ^{a,B}	10.29±0.63 ^{b,D}	TE
	30	10.86±0.39 ^{b,D}	11.25±0.39 ^{a,C}	TE
	60	10.19±0.68 ^{b,CD}	6.54±0.29 ^{ab,A}	4.48±0.05 ^{a,B}
	90	7.07±0.63 ^{a,A}	7.18±0.38 ^{bc,B}	4.10±0.20 ^{a,A}
YL	1	10.99±0.15 ^{a,B}	11.32±0.94 ^{a,C}	7.54±0.21 ^{a,C}
	15	11.18±0.57 ^{b,B}	10.72±0.21 ^{b,C}	7.34±0.48 ^{a,C}
	30	11.16±0.75 ^{b,B}	10.94±0.47 ^{a,C}	7.26±0.49 ^{a,C}
	60	11.20±0.71 ^{b,B}	6.30±0.43 ^{a,A}	5.97±0.78 ^{b,B}
	90	6.74±0.08 ^{a,A}	7.27±0.52 ^{c,B}	4.45±0.17 ^{a,A}
SC	1	12.20±0.76 ^{b,B}	12.48±0.75 ^{b,C}	7.73±0.43 ^{ab,B}
	15	11.84±0.10 ^{b,B}	10.87±0.08 ^{b,B}	7.57±0.66 ^{a,B}
	30	11.24±1.05 ^{b,B}	11.17±0.96 ^{a,B}	7.50±0.29 ^{b,B}
	60	7.36±1.18 ^{a,A}	6.89±0.26 ^{ab,A}	7.42±0.34 ^{c,B}
	90	6.68±0.32 ^{a,A}	6.54±0.27 ^{ab,A}	6.26±0.17 ^{b,A}
DH	1	11.11±0.68 ^{a,C}	11.16±0.64 ^{a,B}	7.71±0.13 ^{ab,B}
	15	11.26±0.75 ^{b,C}	10.34±0.67 ^{b,B}	7.88±0.21 ^{a,B}
	30	8.90±0.54 ^{a,B}	10.24±1.11 ^{a,B}	7.61±0.29 ^{b,B}
	60	6.84±0.62 ^{a,A}	7.13±0.75 ^{b,A}	7.83±0.30 ^{c,B}
	90	6.82±0.52 ^{a,A}	6.67±0.64 ^{abc,A}	6.59±0.45 ^{b,A}
KM	1	10.98±0.21 ^{a,B}	11.47±0.13 ^{a,C}	8.02±0.38 ^{b,B}
	15	10.30±0.00 ^{a,B}	8.47±1.31 ^{a,B}	7.69±0.35 ^{a,B}
	30	10.55±1.45 ^{b,B}	10.67±1.31 ^{a,C}	7.55±0.60 ^{b,B}
	60	6.78±0.78 ^{a,A}	7.15±0.35 ^{b,A}	7.37±0.17 ^{c,AB}
	90	6.63±0.19 ^{a,A}	6.38±0.31 ^{a,A}	6.75±0.54 ^{b,A}

TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.4.2. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları

Çizelge 4.12 incelendiğinde Beyaz peynir örneklerinin TAMB sayılarının 6.63±0.19 log kob/g peynir ile 12.20±0.76 log kob/g peynir arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca en düşük TAMB sayısı KM (9.05 log kob/g peynir), en yüksek ise YL ve SC (10.25 log kob/g peynir) örneklerinde belirlenmiştir. Tüm peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca ortalama TAMB sayılarına bakıldığında, en yüksek değer olgunlaşmanın ilk gününde (11.49 log kob/g) ve en düşük sayı olgunlaşmanın 90. gününde (6.79 log kob/g) tespit edilmiştir.



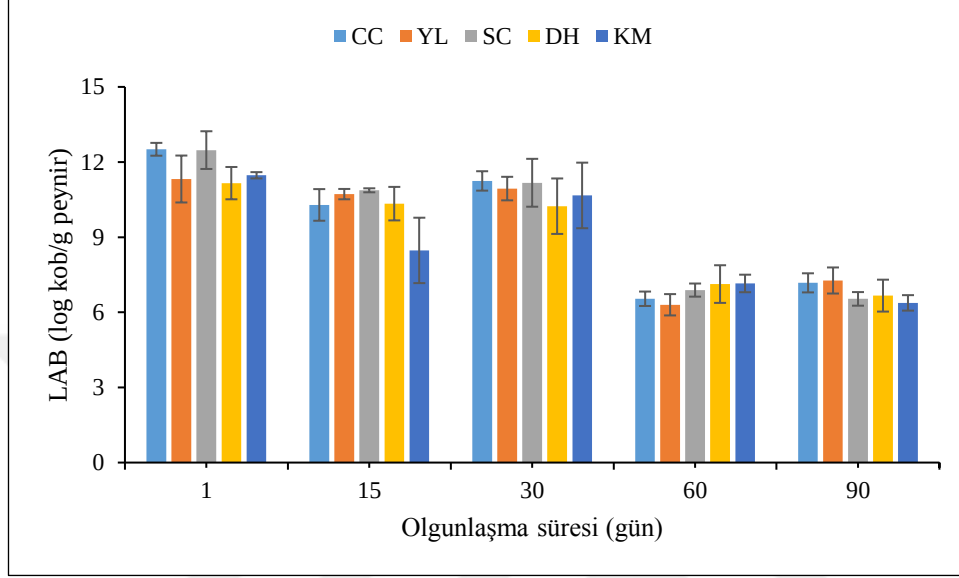
Şekil 4.29. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TAMB sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler

Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca TAMB sayılarında meydana gelen değişim Şekil 4.29’da gösterilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 30. gününde SC örneğinin, olgunlaşmanın 60. gününde YL ve olgunlaşmanın 90. gününde CC örneğinin diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla TAMB sayıları yüksek çıkmıştır. CC örneğinin TAMB sayısı olgunlaşma boyunca genel olarak düşmüştür. YL örneğinin olgunlaşmanın 15. gününde artış göstermesine rağmen olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde TAMB sayısında azalma meydana gelmiştir. Olgunlaşma boyunca SC ve KM örneklerinin özellikle olgunlaşmanın 60. gününde ve DH örneğinin ise özellikle olgunlaşmanın 30. gününde TAMB sayılarında azalmalar meydana gelmiştir. Dağdemir (2001) ve Yangılar (2010), olgunlaşmanın başlaması ile birlikte ortamda gelişen asitliğin peynirlerin toplam mikroorganizma sayıları üzerine inhibe edici etkide bulunabileceğini ve genel olarak peynir kitlesine tuz geçişi ile TAMB sayılarındaki azalma eğiliminin paralellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın başlangıcında peynirlerde TAMB sayısı bazı çalışmalardan daha yüksek olmasına rağmen olgunlaşmanın sonlarına doğru benzerlik göstermiştir (Dağdemir, 2001; Dağdemir, 2006; Yangılar, 2010; Karahançer, 2018).

4.4.3. M17 agar’da gelişen laktik asit bakteri (LAB) sayıları

Çizelge 4.12 incelendiğinde, peynir örneklerinin LAB sayılarının 6.30 ± 0.43 log kob/g peynir ile 12.51 ± 0.26 log kob/g peynir arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca LAB sayıları en düşük KM (8.83 log kob/g peynir), en

yüksek ise DH (9.59 log kob/g peynir) örneğinde belirlenmiştir. Tüm peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca ortalama LAB sayılarına bakıldığında, en yüksek sayı olgunlaşmanın 1. gününde (11.79 log kob/g) ve olgunlaşma boyunca LAB sayılarının azalması ile en düşük değer ise olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde (6.80 log kob/g) belirlenmiştir.



Şekil 4.30. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince LAB sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler

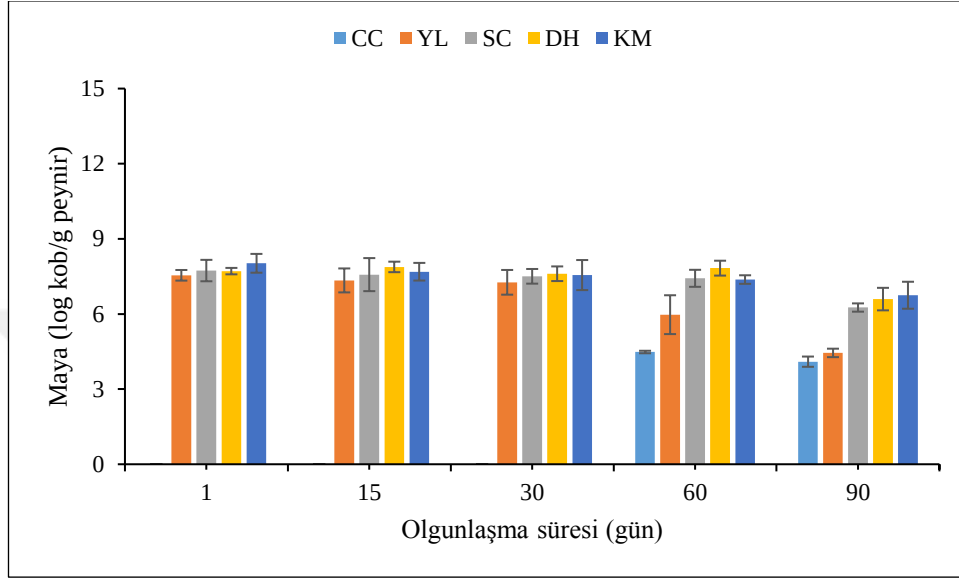
Peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca LAB sayılarında meydana gelen değişim Şekil 4.30'da gösterilmiştir. Olgunlaşmanın 1 ve 30. gününde CC örneği, olgunlaşmanın 15, 60 ve 90. gününde ise sırasıyla SC, KM ve YL örneğinin diğer örneklerle kıyasla LAB sayıları daha yüksek çıkmıştır. Olgunlaşmanın 1 ve 30. gününde DH örneği, olgunlaşmanın 15 ve 90. gününde KM ve olgunlaşmanın 60. gününde ise YL örneğinin diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla LAB sayıları düşük çıkmıştır. Olgunlaşmanın 30. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinin LAB sayısındaki farklılık istatistik açıdan önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Olgunlaşmanın özellikle 60. gününde örneklerde LAB sayısında önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Kesenkaş (2005) ve Erkaya (2014), tüm Beyaz peynir örneklerine ait LAB sayılarının olgunlaşmanın 60. gününden sonra azaldığını belirlemişlerdir. Karabey vd. (2018), olgunlaşmamış peynirlerin genel olarak *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* ve *Pediococcus* cinsi bakterileri içerdiğini belirtmektedir. Araştırmacılar, *Lactobacillus* ve *Lactococcus* cinsi bakterilerin, olgunlaşmamış peynirlerde baskın durumda olduğunu, ancak *Lactococcus* cinsinin, 3 aylık olgunlaşma sonrasında kaybolduğunu belirtmektedir. Bulat (2011), olgunlaşma

süresince bütün peynir örneklerindeki laktokokların sayısında az da olsa bir azalma olduğunu belirlemiş ve olgunlaşmanın sonunda ise bütün peynir örneklerinin birbirine yakın seviyede laktokok içerdiğini gözlemlemiştir. Beyaz peynir örneğinde olgunlaşma süresince LAB sayısının azalmasını; Yangılar (2011), peynirde gelişen asitliğin LAB gelişimini inhibe etmesiyle, Şahingil (2012), bakteri lizisi ve hücre ölümleriyle ve Diezhandino vd. (2015), ise çevresel koşullara daha iyi adapte olan diğer mikrobiyal gruplarla rekabet etmesi, enzimlerinin hidrolitik aktivitesi ve peynirin tuz konsantrasyonu ile açıklamıştır. Mehlomakulu (2011), Cheddar peyniri örnekleri arasında YL içeren peynirde en yüksek LAB popülasyonunun olduğunu belirtmiştir. Çalışmada olgunlaşmanın son gününe bakıldığında araştırmacı ile benzer sonuç bulunmuştur.

4.4.4. YGC agar'da gelişen mayaların sayısı

Çizelge 4.12 incelendiğinde, maya kültürü ilave edilmeyen CC örneği dışında, peynir örneklerinin maya kültürlerin sayılarının 4.45 ± 0.17 log kob/g peynir ile 8.02 ± 0.38 log kob/g peynir arasında değiştiği görülmektedir. Kołakowsk vd. (2012), peynirdeki mayaların varlığının, süt ortamındaki geniş yayılımları ve peynirdeki gelişimleri için elverişli koşulların bulunması nedeniyle sıra dışı bir durum olmadığını belirtmiştir. Araştırmacılar mayalar gibi sekonder mikrofloraların, 4-6 log kob /g ile 7-8 log kob/g kadar yüksek popülasyon aralığında birçok peynir türünde sıkça bulunduğunu ifade etmiştir. Bir başka araştırmacı ise peynirde maya popülasyonunun 6-9 log kob/g'a kadar önemli sayıya ulaşabildiğini belirtmiştir (Szołtysik vd., 2013). Olgunlaşma süresi boyunca CC örneği dışında, maya kültürlerinin sayılarının en düşük YL ve SC (6.51 log kob/g peynir) en yüksek ise KM (7.48 log kob/g peynir) örneklerinde bulunduğu belirlenmiştir. CC örneği dışında, Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca ortalama maya sayılarına bakıldığında en yüksek değer olgunlaşmanın 1. gününe (7.75 log kob/g) ait olduğu ve olgunlaşma boyunca LAB sayılarının azalması ile en düşük değer olgunlaşmanın 90. gününe (6.01 log kob/g) ait olduğu belirlenmiştir. DH örneği dışında Beyaz peynir örneklerinde maya kültürlerin sayılarının olgunlaşma boyunca azaldığı saptanmıştır. CC örneğinin üretiminde maya kültürü kullanılmamasına bağlı olarak olgunlaşmanın 30. gününe kadar maya tespit edilememiş ancak olgunlaşmanın 60. ve 90. gününde sırasıyla 4.48 ± 0.05 log kob/g peynir ile 4.10 ± 0.20 log kob/g peynir bulunmuştur. Bu durumun nedeni ise CC peynirinin üretimi esnasında kontaminasyon olabileceği ve baskın flora

olan LAB sayılarının olgunlaşmanın 60. gününde önemli derecede azalması ile maya gelişiminin olabileceği düşünülmüştür. Fröhlich-Wyder vd. (2018), mayaların çok farklı habitatlarda kolonize olabileceğini ve peynirde potansiyel kontaminasyon kaynaklarının çoğunlukla çiğ süt, ekipman yüzeyleri ve işleme ortamı olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.31. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince maya kültürleri sayılarında (log kob/g peynir) meydana gelen değişimler

Şekil 4.31’de Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma boyunca maya kültürlerinin sayılarında meydana gelen değişimi gösterilmiştir. CC örneği dışında olgunlaşmanın 1 ve 90. gününde KM örneği, olgunlaşmanın 15, 30 ve 60. gününde ise DH örneğinin diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla maya kültürlerinin sayıları yüksek çıkmıştır. Olgunlaşmanın tüm günlerinde CC örneği dışında diğer Beyaz peynir örneklerine kıyasla maya kültürleri sayısı YL örneğinde daha düşük çıkmıştır. CC örneği dışında olgunlaşmanın 15. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinin maya kültürlerinin sayısındaki farklılık istatistik açıdan önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Olgunlaşmanın özellikle 90. gününde Beyaz peynir örneklerinde maya kültürlerinin sayısında önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Ferreira ve Viljoen (2003), 6 ay boyunca maya kültürleri ile olgunlaştırdıkları Cheddar peynirinde *Y. lipolytica* ve *D. hansenii* sayılarının olgunlaşma boyunca aşamalı bir şekilde azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar sadece *Y. lipolytica* ilave ettikleri peynir örneğinde *Y. lipolytica* kültürünün olgunlaşma sürecinde 4 ay boyunca canlı kalabildiğini ve *D. hansenii* ilaveli peynir örneğinde ise maya sayısının olgunlaşmanın 6. ayında

minimum değere (2.63 log kob/g) ulaştığını saptamışlardır. Araştırmacılar *Y. lipolytica*'nın canlılığını koruma süresinin *D. hansenii*'e göre kısa olduğunu belirlemişler ve bu durum çalışma ile benzerlik göstermiştir. Kesenkaş (2005), peynir örneklerinde maya sayısının olgunlaşma başlangıcında *K. marxianus*'a ve olgunlaşma sonunda ise *D. hansenii*'ye ait olduğunu belirtmiştir. Mehlomakulu (2011), Cheddar peyniri örneklerinde en yüksek maya sayısını olgunlaşma başlangıcında 7.5 log kob/g belirlemiş ve olgunlaşmanın sonunda (8. ay) maya sayısının azalarak 5.1 log kob/g bulunduğunu belirtmiştir. Araştırmacıların bulduğu sonuçlar çalışma ile uyum içindedir.

4.4.5. Beyaz peynirlerin mikrobiyolojik özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları

Beyaz peynirlerde olgunlaşma boyunca belirlenen mikrobiyolojik özelliklerinin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre, örneklerin, olgunlaşma süresinin ve örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun TAMB, LAB ve maya sayıları üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.13. Beyaz peynirlerin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Mikrobiyolojik özellikler	KO	F	P
Örnek	TAMB	6.756	15.342	0.000
	LAB	2.026	4.700	0.002
	Maya	123.786	904.932	0.000
Olgunlaşma süresi	TAMB	76.243	173.132	0.000
	LAB	108.804	252.421	0.000
	Maya	2.564	18.745	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	TAMB	4.627	10.506	0.000
	LAB	1.315	3.051	0.001
	Maya	7.470	54.607	0.000

Dağdemir (2006), Yangılar (2010) ve Karahançer (2018), peynir örneklerine ait varyans analiz sonucunda TAMB sayısı üzerinde kültür ilavesi, olgunlaşma süresi ve kültür ilavesi × olgunlaşma süresinin interaksiyonun önemli olduğunu belirlemişlerdir. Bulat (2011), yaptığı istatistik değerlendirmede olgunlaşma süresinin laktokok sayısı üzerindeki etkisinin önemli olduğunu ancak ek kültür ilavesinin etkisinin önemli olmadığını belirtmiştir. Şahingil (2012), yaptığı varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresi, yardımcı kültür farklılığı ve bu parametrelerin birbirleri ile interaksiyonu, laktokokların gelişimi üzerine etkili bulmuştur. Ferreira ve Viljoen

(2003), olgunlaşmanın ilk iki ayında, *D. hansenii* ve *Y. lipolytica*'nın birlikte inokülasyonu, kültürlerin bireysel inokülasyonlu mayalara sahip olan Cheddar peynirlerine göre 2-3 log daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Cardoso (2015), geleneksel Brezilya peynirlerine ait toplam maya sayıları üzerinde olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğunu ($P<0.0001$) belirtmişlerdir.

4.5. Beyaz Peynirlerde GC-MS ile Aroma Maddelerinin Belirlenmesi

Çalışmanın bu kısmında olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinin aroma maddeleri hem gruplar halinde (Çizelge 4.14) hem de her bir grubu oluşturan gruptaki bileşikler halinde sunulmuş (Çizelge 4.31-4.37) ve sonuçlar $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir cinsinden verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde saptanan uçucu bileşenler ester, asit, alkol, aldehit ve keton, alkan, terpen ve diğer bileşikler olmak üzere toplam 7 grup altında birleştirilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde 29 adet ester (Çizelge 4.31), 6 adet asit (Çizelge 4.32), 17 adet alkol (Çizelge 4.33), 14 adet aldehit ve keton (Çizelge 4.34), 14 adet alkan (Çizelge 4.35), 7 adet terpen (Çizelge 4.36) ve 7 adet diğer bileşikler (Çizelge 4.37) olmak üzere toplam 94 adet aroma bileşiği tespit edilmiştir. Beyaz peyniri örneklerinde hem miktar hem de bileşik sayı bakımından esterler ve alkoller en çok bulunan aroma maddeleridir. Beyaz peynir örneklerinde aroma bileşiklerinden hekzil 4-etilbenzoat, hekzil asetat etil asetat, hekzanoik asit, bütül asetat, asetik asit, etil hekzanoat, etil bütanoat, etanol, 3-metil-1-bütanol, DL-limonen ve oktanoik asit miktarı en yüksek düzeyde saptanan bileşiklerdir.

Avşar vd., (2011), peynir üretimi ve depolaması esnasında süt bileşenlerinden protein, yağ, laktoz ve sitratın enzimatik, kimyasal ve mikrobiyolojik yolla parçalanarak ve/veya transformasyona uğrayarak aroma bileşenlerini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Kieronczyk vd. (2003), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *cremoris*'in sütün asitlendirilmesindeki temel rollerine ek olarak, peynirin olgunlaşması süresince peptit ve amino asitlerin üretilmesinde ve ardından amino asitlerin aroma bileşiklerine dönüştürülmesiyle peynirin lezzetinin oluşumunda önemli ölçüde katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Mayaların ise deasidifikasyon, proteolitik ve/veya lipolitik aktivitelerinden dolayı peynir lezzetinin ve dokusunun gelişiminde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Kołakowski vd., 2012; Fröhlich-Wyder vd., 2019).

Liu vd. (2004), peynirde yaygın olarak bulunan uçucu bileşenlerden esterlerin süt ve süt ürünlerinde esterifikasyon ve alkoliz yoluyla meydana geldiğini ve

meyvemsi aromadan sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi tüm Beyaz peynir örneklerinde aroma maddeleri arasında en yüksek konsantrasyonun ester grubunun bulunduğu görülmektedir. Peynir örneklerine ait ester konsantrasyonlarında olgunlaşmanın 30. gününden itibaren azalmalar meydana gelmiştir. Olgunlaşmanın 15. gününden itibaren peynir örnekleri arasında en düşük ester bileşiği kontrol örneğine (CC) aittir. Ester miktarı fazla olan peynir olgunlaşma boyunca farklılık göstermiş olup, olgunlaşma sonunda DH örneğinde (222.65 ± 4.35 µg/100 g peynir) bulunmuştur.

Peynir aromasına katkıda bulunan asitlerin, sadece yağ hidrolizi ile değil aynı zamanda laktoz ve amino asitlerin metabolizması yoluyla da meydana gelebileceği belirtilmiştir (Molimard ve Spinnler, 1996). Çizelge 4.14’de olgunlaşma süresince örneklere ait asit miktarındaki değişimler incelendiğinde, özellikle YL ve DH örneklerinde asit miktarının arttığı ancak diğer Beyaz peynir örneklerinde asit miktarında artış ve azalışların meydana geldiği görülmektedir. Bu değişimlerle, asitlerin diğer uçucu bileşiklerin oluşumunda öncü madde olarak işlev gördüğünü düşündürmektedir. Olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde örneklere ait asit miktarları en düşük ve en yüksek sırasıyla KM ve YL örneklerinde belirlendiği dikkati çekmiştir. Molimard ve Spinnler (1996), sütte bulunan enzimlerin ve diğer mikrobiyal lipazların aktivitesi ile oluşan yağ asitlerinin sadece aromatik bileşikler olmayıp aynı zamanda metil ketonlar, alkoller, laktonlar ve esterler gibi aromatik bileşiklerin öncü maddesi olduğunu belirtmişlerdir.

Peynirlerde bulunan uçucu bileşenlerden alkollerin laktoz metabolizması, metil ketonların parçalanması ve amino asit metabolizmasının yanı sıra linoleik veya linolenik asitin parçalanması gibi farklı metabolik yollarla da oluşabileceğini belirtilmiştir (Collins vd., 2003). Çizelge 4.14’de olgunlaşma süresince örneklere ait alkol miktarındaki değişimler incelendiğinde, tüm olgunlaşma günlerinde CC örneğinde belirlenen alkol miktarlarının diğer örneklere göre düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum peynir üretiminde kullanılan maya kültürlerinin alkol üretiminde önemli rol oynadığını göstermektedir. Olgunlaşma süresince YL örneğine ait alkol miktarında azalma meydana gelirken diğer Beyaz peynir örneklerinde artma ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. Bu durum, alkollerin başka bileşiklere dönüşmüş olabileceğini veya kaybolduğunu göstermektedir. Olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde DH örneğindeki alkol miktarının diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu

saptanmıştır. Collins vd. (2003), kısa ya da orta zincirli yağ asitleri ile laktoz fermentasyonundan veya amino asit katabolizmasından meydana gelen alkollerin reaksiyona girerek esterleri meydana getirebileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aroma bileşik grupları (µg/100 g peynir, n=2)

Aroma grubu	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Esterler	1	247.62±1.44 ^{b,C}	245.37±3.44 ^{b,B}	201.77±3.93 ^{a,B}	310.02±4.28 ^{c,C}	380.39±7.97 ^{d,D}
	15	304.56±0.07 ^{a,D}	348.29±4.85 ^{c,D}	317.1±16.89 ^{ab,CD}	344.26±15.49 ^{bc,D}	374.26±4.51 ^{d,D}
	30	242.13±1.61 ^{a,C}	341.15±5.99 ^{b,D}	332.28±13.10 ^{b,D}	381.00±12.49 ^{c,E}	337.29±8.70 ^{b,C}
	60	222.06±3.03 ^{a,B}	290.17±1.17 ^{c,C}	302.61±11.38 ^{c,B}	252.61±2.12 ^{b,B}	260.92±0.98 ^{b,B}
	90	111.65±4.13 ^{a,A}	179.58±12.91 ^{b,A}	166.38±4.30 ^{b,A}	222.65±4.35 ^{c,A}	185.03±8.71 ^{b,A}
Asitler	1	81.03±3.76 ^{d,CD}	55.07±3.28 ^{b,A}	68.61±1.12 ^{c,B}	43.29±1.31 ^{a,A}	78.32±2.00 ^{d,B}
	15	48.25±1.63 ^{c,A}	56.90±0.39 ^{e,A}	26.26±1.31 ^{a,A}	53.10±1.43 ^{d,A}	42.78±0.33 ^{b,A}
	30	65.67±3.17 ^{c,B}	53.61±0.09 ^{a,A}	91.31±1.17 ^{e,D}	74.45±0.18 ^{d,B}	59.55±0.79 ^{b,B}
	60	74.42±0.58 ^{b,C}	129.10±5.06 ^{d,B}	75.84±3.65 ^{b,C}	95.36±0.80 ^{c,C}	59.38±2.40 ^{a,B}
	90	83.53±2.84 ^{a,D}	165.05±6.21 ^{c,C}	82.07±3.42 ^{a,C}	116.02±15.87 ^{b,D}	81.81±0.84 ^{a,C}
Alkoller	1	13.79±0.31 ^{a,B}	44.96±1.19 ^{b,B}	57.07±5.30 ^{c,C}	70.19±1.97 ^{d,C}	69.84±0.05 ^{d,C}
	15	10.19±0.25 ^{a,A}	44.79±2.70 ^{b,B}	59.16±3.02 ^{d,C}	52.29±0.63 ^{c,A}	49.07±1.46 ^{bc,A}
	30	11.03±0.52 ^{a,A}	40.54±1.70 ^{b,AB}	47.09±2.13 ^{c,B}	54.77±0.61 ^{d,AB}	58.52±2.59 ^{d,B}
	60	12.92±0.21 ^{a,B}	36.42±1.46 ^{b,A}	38.85±1.34 ^{b,A}	57.82±1.72 ^{d,B}	45.21±2.53 ^{c,A}
	90	13.00±0.38 ^{a,B}	37.49±1.50 ^{b,A}	45.26±0.78 ^{c,AB}	72.37±2.45 ^{e,C}	53.86±1.38 ^{d,B}
Aldehit ve ketonlar	1	27.18±2.01 ^{c,D}	24.14±1.36 ^{d,C}	20.60±1.25 ^{b,D}	16.84±0.31 ^{a,D}	20.43±1.26 ^{b,C}
	15	17.31±0.27 ^{d,C}	16.53±0.30 ^{c,B}	13.29±0.22 ^{b,C}	13.21±0.15 ^{b,C}	12.40±0.02 ^{a,A}
	30	11.38±0.17 ^{a,A}	11.92±0.08 ^{b,A}	11.55±0.27 ^{ab,B}	12.98±0.06 ^{c,C}	15.02±0.01 ^{d,B}
	60	14.89±0.06 ^{c,B}	10.82±0.30 ^{b,A}	8.39±0.28 ^{a,A}	10.85±0.54 ^{b,A}	11.21±0.20 ^{b,A}
	90	14.82±0.34 ^{d,B}	11.02±0.04 ^{b,A}	7.29±0.16 ^{a,A}	11.74±0.16 ^{c,B}	11.05±0.18 ^{b,A}
Alkanlar	1	6.78±0.04 ^{a,D}	9.29±0.30 ^{b,E}	8.83±0.01 ^{b,E}	10.00±0.37 ^{c,E}	8.84±0.06 ^{b,D}
	15	5.54±0.11 ^{a,C}	7.47±0.14 ^{b,D}	5.58±0.06 ^{a,D}	5.51±0.32 ^{a,C}	7.16±0.07 ^{b,C}
	30	3.46±0.06 ^{a,A}	6.08±0.24 ^{c,C}	5.08±0.18 ^{b,C}	6.73±0.32 ^{d,D}	9.59±0.08 ^{e,E}
	60	4.60±0.06 ^{c,B}	4.76±0.04 ^{c,B}	3.10±0.16 ^{a,B}	4.02±0.12 ^{b,B}	5.08±0.05 ^{c,B}
	90	3.37±0.07 ^{b,A}	3.16±0.16 ^{b,A}	1.79±0.12 ^{a,A}	3.08±0.15 ^{b,A}	4.46±0.01 ^{c,A}
Terpenler	1	14.03±0.39 ^{a,B}	15.05±0.76 ^{a,A}	18.13±0.61 ^{b,B}	24.33±0.70 ^{c,C}	18.75±1.47 ^{b,BC}
	15	19.04±0.36 ^{a,D}	20.91±0.23 ^{b,C}	21.17±0.19 ^{b,C}	21.97±0.88 ^{b,BC}	20.62±0.59 ^{b,C}
	30	11.76±0.19 ^{a,A}	17.46±0.74 ^{c,B}	14.62±0.04 ^{b,A}	23.83±0.46 ^{d,BC}	38.16±1.33 ^{e,D}
	60	13.26±0.19 ^{a,B}	18.92±0.26 ^{c,B}	14.30±0.76 ^{ab,A}	18.91±0.65 ^{c,A}	16.58±1.82 ^{bc,B}
	90	15.15±0.57 ^{b,C}	17.75±0.68 ^{c,B}	13.84±0.30 ^{ab,A}	21.48±1.44 ^{d,B}	12.36±0.91 ^{a,A}
Diğer bileşikler	1	14.88±0.45 ^{a,C}	18.73±0.12 ^{b,A}	19.51±0.70 ^{b,D}	24.88±0.25 ^{d,C}	22.65±0.33 ^{c,B}
	15	13.82±0.30 ^{a,B}	25.46±1.1 ^{d,C}	21.26±0.19 ^{c,E}	24.56±0.71 ^{d,C}	18.35±0.47 ^{b,A}
	30	12.85±0.11 ^{a,A}	20.60±0.6 ^{b,B}	14.93±0.11 ^{a,B}	25.41±0.68 ^{c,C}	34.06±2.08 ^{d,C}
	60	13.65±0.13 ^{b,B}	18.6±0.29 ^{d,A}	16.42±0.23 ^{c,C}	11.92±0.29 ^{a,A}	22.73±0.15 ^{e,B}
	90	15.98±0.29 ^{b,D}	17.24±0.7 ^{c,A}	13.70±0.21 ^{a,A}	19.05±0.30 ^{d,B}	24.58±0.61 ^{e,B}
TOPLAM	1	405.32±0.60 ^{a,C}	412.61±9.61 ^{b,B}	394.54±0.30 ^{a,B}	499.53±4.13 ^{c,B}	599.22±7.69 ^{d,E}
	15	418.71±0.27 ^{a,D}	520.36±3.53 ^{c,D}	463.82±12.41 ^{b,C}	514.90±17.54 ^{c,B}	524.65±5.71 ^{c,C}
	30	358.27±3.94 ^{a,B}	491.36±4.66 ^{b,C}	516.85±9.83 ^{c,D}	579.17±13.13 ^{e,C}	552.19±11.16 ^{d,D}
	60	355.80±3.38 ^{a,B}	508.79±5.64 ^{d,D}	459.52±6.79 ^{c,C}	451.48±3.55 ^{c,A}	421.12±5.48 ^{b,B}
	90	257.49±0.31 ^{a,A}	431.28±5.34 ^{d,A}	330.32±2.45 ^{b,A}	466.39±16.64 ^{e,A}	373.15±7.55 ^{c,A}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

Her ne kadar birçok aldehitlerin amino asitlerin katabolizması sonucunda meydana gelse de, düz zincirli aldehitler lipoksigenaz aktivitesi ile doymamış kısa zincirli yağ asitlerinin veya diğer zincir içi oksidasyon reaksiyonu sonucunda da

oluşabileceği belirtilmiştir. Ayrıca aldehitlerin hızlı bir şekilde alkollere ya da karşılık gelen asitlere dönüştürüldüğünden, peynirdeki bu bileşiklerin peynir kitlesinde kısa süreliğine bulunabileceği bildirilmiştir (Martin vd., 2001). Peynirin uçucu bileşenlerinden biri olan metil ketonların ise kısmi β -oksidasyonu yoluyla yağ asitlerinden meydana geldiği ve karşılık geldiği ikincil alkollere indirgenebildiği ifade edilmiştir (Thierry vd., 2017). Çizelge 4.14’de olgunlaşma süresince örnekler ait aldehit ve keton miktarındaki değişimler incelendiğinde, olgunlaşma süresince SC peynirindeki aldehit ve keton miktarında azalma meydana gelirken diğer Beyaz peynirlerde artma ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın ilk gününde diğer Beyaz peynir örneklerine göre DH örneğinin aldehit ve keton miktarının (16.84 ± 0.31 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha düşük olması ve aynı örneğin alkol miktarının (70.19 ± 1.97 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha yüksek olması bu örnekte aldehitlerin alkollere dönüştüğünü düşündürmektedir. Olgunlaşmanın 15. gününde diğer Beyaz peynir örneklerine göre CC örneğinin aldehit ve keton miktarının (17.31 ± 0.27 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha yüksek olması ve aynı örneğin alkol miktarının (10.19 ± 0.25 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha düşük olması bu örnekte aldehitlerin henüz bir değişime uğramadığını göstermektedir. Olgunlaşmanın 30. gününde diğer Beyaz peynir örneklerine göre CC örneğinin aldehit ve keton miktarının (11.38 ± 0.17 $\mu\text{g}/100$ g peynir) ile alkol miktarının (11.03 ± 0.52 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha düşük olması aldehitlerin alkollere dönüşüm miktarının da düşük olmasına neden olduğunu düşündürmektedir. Olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde diğer Beyaz peynir örneklerine göre CC örneğinin aldehit ve keton miktarının (14.89 ± 0.06 $\mu\text{g}/100$ g peynir ve 14.82 ± 0.34 $\mu\text{g}/100$ g peynir) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak aynı örneğin aynı olgunlaşma sürelerinde alkol miktarının (12.92 ± 0.21 $\mu\text{g}/100$ g peynir ve 13.00 ± 0.38 $\mu\text{g}/100$ g peynir) diğer Beyaz peynir örneklerine göre daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.14’de YL ve SC örneklerinde alkan miktarında olgunlaşma süresince azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu iki örnek dışında diğer Beyaz peynir örneklerinin alkan miktarlarında olgunlaşma süresince bir takım değişim görülse de, olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Olgunlaşmanın 1. ve 30. günlerinde diğer Beyaz peynir örneklerine göre alkan miktarının CC örneğinde daha düşük çıkması, olgunlaşmanın ilk ayında alkan miktarı üzerinde maya kültürlerinin kullanımının etkili olduğunu göstermiştir. Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örnekleri arasında en yüksek alkan miktarına sahip örneğin maya kültürü

kullanılan peynirlerde bulunması bu durumu desteklemektedir. Olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde diğer Beyaz peynir örneklerine göre alkan miktarı SC örneğinde daha düşük (sırasıyla 3.10 ± 0.16 ve 1.79 ± 0.12) ve KM örneğinde daha yüksek (sırasıyla 5.08 ± 0.05 ve 4.46 ± 0.01) çıkmıştır.

Terpenler, bitkilerin sekonder metabolizmasından kaynaklanan, genellikle böceklerle karşı savunmada yarı kimyasal olan bir grup lipofilik alifatik bileşiklerdir (Noni ve Battelli, 2008). Araştırmacılar, peynirde uçucu madde olarak tanımlanan bileşiklerden terpenlerin, esasen memeliler tarafından tüketilen bitkisel kaynaklı olduğunu, süt salgı bezlerinden süte ve devamında peynire geçtiğini belirtmişlerdir (Papademas ve Robinson, 2002; Poulopoulou vd., 2012). Çizelge 4.14’de olgunlaşma süresince örneklere ait terpen miktarındaki değişimler incelendiğinde, tüm olgunlaşma günlerinde diğer Beyaz peynir örneklerine göre CC örneğinin daha düşük terpen miktarı olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca terpen miktarında artma ve azalmalar meydana gelmiştir. Poulopoulou vd. (2012), olgunlaşmayı terpenlerin profilinin biyotransformasyon yoluyla değişikliğe uğratabilecek karmaşık bir fermantasyon işlemi olarak tanımlamaktadır. Araştırmacılar ayrıca çok net olmamakla beraber terpenlerin peynirin hazırlanması ve olgunlaşması esnasında mikrobiyal ekosistemin canlılığı ya da aktivitesini değiştirebileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14’de olgunlaşma süresince örneklere ait toplam aroma maddeleri miktarındaki değişimler incelendiğinde, diğer Beyaz peynir örneklerine göre toplam aroma madde miktarı olgunlaşmanın ilk gününde SC örneğinde ve diğer depolama günlerinde ise CC örneğinde daha düşük çıkmıştır. Bu durum olgunlaşma ile Beyaz peynirde aroma madde miktarının artışında maya kültürlerinin etkili olduğunu göstermektedir. Olgunlaşmanın 1 ve 15. günlerinde KM örneğinin, olgunlaşmanın 30. ve 90. günlerinde DH örneğinin ve olgunlaşmanın 60. gününde ise YL örneğinin diğer Beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek aroma madde içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca tüm Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca toplam aroma madde miktarında artma ve azalmalar meydana gelmiştir.

4.5.1. Esterler

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde en çok bulunan aroma grubunun esterlere ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Diğer ester bileşiklerine göre etil asetat, etil bütanoat, bütül asetat, etil hekzanoat, hekzil asetat ve hekzil 4-etilbenzoat'ın konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur. Kesenkaş (2005), mayaların Beyaz peynir aromasına etkisini araştırmış ve sadece etil asetat'ın *K. marxianus* içeren Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma başlangıcında bulunduğunu belirlemiştir. Araştırmacı bazı Beyaz peyniri örneklerinde aroma bileşiklerinden esterlerin bulunmamasını Beyaz peynir üretiminde kullanılan *Y. lipolytica* ve *D. hansenii* kültürlerinin esterleşme reaksiyonlarından çok yağ asitlerinden metil ketonların oluşmasında etkili enzim sistemlerine sahip olma ihtimali ile açıklamışlardır. Şahingil (2012), Beyaz peynirlerde ester bileşikleri arasında yüksek konsantrasyonlarda etil asetat, etil bütanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat bulunduğunu belirtmiştir. Das (2014), mayaların yüksek konsantrasyonda etanol üretilme kabiliyetinin olduğunu ve böylece etil esterlerin üretimini arttırabileceğini ifade etmiştir. Araştırmacıların bulguları bu çalışma ile uyum göstermektedir. Metil asetat miktarı CC ve SC örneklerinde olgunlaşma boyunca azalmış olup, diğer örneklerde artma ve azalmalar meydana gelmiştir. Ancak olgunlaşma sonunda bu ester bileşiği en düşük CC örneğinde, en yüksek ise KM örneğinde tespit edilmiştir. KM örneği hariç diğer Beyaz peynir örneklerinde etil asetat miktarında azalmalar meydana gelmiştir. CC örneğinin etil asetat miktarı olgunlaşmanın 60. gününe kadar DH ile benzerlik gösterse de olgunlaşmanın sonunda SC ile yakın değerler bulunmuştur. Propil asetat miktarı olgunlaşma süresince tüm Beyaz peynir örneklerinde azalmıştır. Olgunlaşma süresince etil bütanoat, etil hekzanoat, hekzil hekzanoat ve etil oktanoat miktarları diğer Beyaz peyniri örneklerine göre CC örneğinde daha düşük bulunmuştur. Bu durumda söz konusu ester bileşiklerinin miktarının artışında maya kültürlerinin etkili olduğu görülmektedir. DH örneği dışındaki Beyaz peynirlerde bütül asetat miktarı olgunlaşmanın 30. gününden itibaren azalmış olup, olgunlaşmanın son gününde DH ve KM örneğinde daha yüksek bulunmuştur. 3-Metilbütül asetat miktarı olgunlaşmanın sonunda, SC ve DH örneklerinde daha yüksek bulunmuş ancak CC örneğinde tespit edilememiştir. Pentil asetat olgunlaşmanın sonunda KM örneği dışında diğer Beyaz peynir örneklerinde tespit edilememiştir. Çalışmada genel olarak ester bileşiklerinin oluşumunda olgunlaşmanın başlarında *K. marxianus*, olgunlaşmanın sonlarında ise *D. hansenii* maya kültürünün daha etkili olduğu belirtilebilir. Padilla vd. (2014), S.

Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinde saptanan ester bileşikleri ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir, $n=2$)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
804	Metil asetat	1	3.31 $\pm$ 0.03 ^{b,D}	1.81 $\pm$ 0.26 ^{a,D}	2.06 $\pm$ 0.07 ^{a,B}	3.36 $\pm$ 0.28 ^{b,C}	3.28 $\pm$ 0.00 ^{b,D}
		15	2.99 $\pm$ 0.16 ^{b,C}	3.35 $\pm$ 0.26 ^{b,C}	1.65 $\pm$ 0.15 ^{a,B}	1.47 $\pm$ 0.04 ^{a,B}	1.55 $\pm$ 0.26 ^{a,A}
		30	1.27 $\pm$ 0.07 ^{b,B}	1.25 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	1.17 $\pm$ 0.10 ^{b,A}	0.82 $\pm$ 0.10 ^{a,A}	1.92 $\pm$ 0.06 ^{c,AB}
		60	1.15 $\pm$ 0.07 ^{b,B}	1.47 $\pm$ 0.09 ^{b,B}	1.14 $\pm$ 0.31 ^{b,A}	0.50 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	2.21 $\pm$ 0.03 ^{c,BC}
		90	0.81 $\pm$ 0.15 ^{a,A}	2.04 $\pm$ 0.14 ^{b,A}	1.22 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	1.19 $\pm$ 0.05 ^{a,B}	2.43 $\pm$ 0.29 ^{b,C}
865	Etil asetat	1	44.82 $\pm$ 4.93 ^{b,BC}	17.87 $\pm$ 1.79 ^{a,A}	40.12 $\pm$ 1.57 ^{b,C}	43.69 $\pm$ 3.26 ^{b,AB}	88.09 $\pm$ 4.19 ^{c,D}
		15	49.04 $\pm$ 2.49 ^{c,C}	41.87 $\pm$ 2.77 ^{a,BC}	46.77 $\pm$ 2.08 ^{ab,D}	47.27 $\pm$ 2.48 ^{ab,B}	48.24 $\pm$ 2.77 ^{ab,C}
		30	46.88 $\pm$ 4.18 ^{c,BC}	47.42 $\pm$ 4.85 ^{c,C}	34.47 $\pm$ 1.86 ^{a,B}	43.46 $\pm$ 3.29 ^{ab,AB}	35.72 $\pm$ 2.46 ^{a,A}
		60	39.41 $\pm$ 1.24 ^{ab,B}	40.52 $\pm$ 2.86 ^{ab,BC}	37.70 $\pm$ 0.54 ^{a,BC}	39.03 $\pm$ 2.24 ^{ab,A}	44.57 $\pm$ 3.43 ^{b,BC}
		90	17.01 $\pm$ 0.60 ^{a,A}	37.72 $\pm$ 3.55 ^{b,B}	17.94 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	37.19 $\pm$ 1.65 ^{b,A}	38.45 $\pm$ 1.10 ^{b,AB}
891	Metil propanoat	1	1.53 $\pm$ 0.22 ^{b,A}	1.23 $\pm$ 0.24 ^{ab,A}	0.81 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	1.10 $\pm$ 0.21 ^{ab,A}	1.21 $\pm$ 0.07 ^{ab,BC}
		15	1.26 $\pm$ 0.23 ^{a,A}	1.25 $\pm$ 0.08 ^{a,A}	1.25 $\pm$ 0.06 ^{a,A}	1.12 $\pm$ 0.65 ^{a,A}	1.20 $\pm$ 0.10 ^{a,BC}
		30	1.44 $\pm$ 0.37 ^{a,A}	1.04 $\pm$ 0.35 ^{a,A}	1.07 $\pm$ 0.51 ^{a,A}	0.92 $\pm$ 0.55 ^{a,A}	0.44 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		60	1.88 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	1.19 $\pm$ 0.21 ^{a,A}	1.48 $\pm$ 0.21 ^{ab,A}	1.48 $\pm$ 0.09 ^{ab,A}	1.37 $\pm$ 0.15 ^{a,C}
		90	1.50 $\pm$ 0.24 ^{ab,A}	1.91 $\pm$ 0.10 ^{b,B}	0.78 $\pm$ 0.85 ^{a,A}	0.43 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	1.04 $\pm$ 0.06 ^{ab,B}
908	1,1-Dimetilpropil bütanoat	1	0.15 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	TE	TE	TE
		15	0.24 $\pm$ 0.01 ^{b,ABC}	0.18 $\pm$ 0.07 ^{a,A}	TE	0.35 $\pm$ 0.12 ^{b,B}	0.25 $\pm$ 0.11 ^{b,B}
		30	0.35 $\pm$ 0.08 ^{a,BC}	TE	TE	0.40 $\pm$ 0.09 ^{a,B}	TE
		60	0.20 $\pm$ 0.11 ^{a,AB}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.27 $\pm$ 0.13 ^{a,B}	0.23 $\pm$ 0.04 ^{a,B}
		90	0.43 $\pm$ 0.09 ^{b,C}	TE	TE	0.17 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.13 $\pm$ 0.00 ^{a,A}
961	Propil asetat	1	21.97 $\pm$ 1.53 ^{b,C}	36.31 $\pm$ 8.46 ^{c,B}	4.81 $\pm$ 0.77 ^{a,D}	2.07 $\pm$ 0.33 ^{a,B}	9.00 $\pm$ 0.12 ^{a,D}
		15	9.08 $\pm$ 0.65 ^{c,B}	3.85 $\pm$ 0.09 ^{b,A}	2.78 $\pm$ 0.31 ^{a,C}	1.97 $\pm$ 0.25 ^{a,B}	2.04 $\pm$ 0.15 ^{a,C}
		30	7.11 $\pm$ 0.32 ^{b,B}	1.49 $\pm$ 0.16 ^{a,A}	1.57 $\pm$ 0.07 ^{a,B}	1.81 $\pm$ 0.45 ^{a,B}	1.73 $\pm$ 0.28 ^{a,BC}
		60	1.72 $\pm$ 0.40 ^{d,A}	1.68 $\pm$ 0.15 ^{cd,A}	0.46 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.59 $\pm$ 0.18 ^{ab,A}	1.13 $\pm$ 0.13 ^{bc,AB}
		90	0.85 $\pm$ 0.08 ^{a,A}	1.10 $\pm$ 0.53 ^{a,A}	0.39 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.35 $\pm$ 0.05 ^{a,A}	0.76 $\pm$ 0.63 ^{a,A}
1001	Metil 2-metilbütirat	1	1.61 $\pm$ 0.34 ^{ab,ABC}	1.65 $\pm$ 0.49 ^{ab,B}	1.02 $\pm$ 0.39 ^{a,A}	2.50 $\pm$ 0.38 ^{b,C}	1.65 $\pm$ 0.21 ^{ab,A}
		15	2.74 $\pm$ 0.14 ^{a,C}	2.18 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	2.31 $\pm$ 0.69 ^{a,B}	1.82 $\pm$ 0.48 ^{a,BC}	1.50 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
		30	1.86 $\pm$ 0.22 ^{a,BC}	2.00 $\pm$ 0.24 ^{a,B}	1.79 $\pm$ 0.59 ^{a,AB}	1.54 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	1.60 $\pm$ 0.13 ^{a,A}
		60	0.15 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	2.03 $\pm$ 0.15 ^{c,B}	1.08 $\pm$ 0.34 ^{b,AB}	1.20 $\pm$ 0.35 ^{b,AB}	0.88 $\pm$ 0.01 ^{b,A}
		90	0.56 $\pm$ 0.06 ^{a,AB}	0.69 $\pm$ 0.18 ^{a,A}	0.61 $\pm$ 0.11 ^{a,A}	0.63 $\pm$ 0.05 ^{a,A}	0.95 $\pm$ 0.61 ^{a,A}
1004	2-Metilpropil asetat	1	0.30 $\pm$ 0.06 ^{a,B}	0.44 $\pm$ 0.05 ^{ab,B}	0.81 $\pm$ 0.25 ^{b,A}	1.78 $\pm$ 0.23 ^{c,C}	0.38 $\pm$ 0.02 ^{a,B}
		15	0.61 $\pm$ 0.08 ^{a,B}	0.58 $\pm$ 0.08 ^{a,B}	0.39 $\pm$ 0.06 ^{a,B}	0.55 $\pm$ 0.25 ^{a,A}	0.29 $\pm$ 0.08 ^{a,AB}
		30	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.45 $\pm$ 0.13 ^{b,B}	0.09 $\pm$ 0.01 ^{a,AB}	0.72 $\pm$ 0.03 ^{c,AB}	0.54 $\pm$ 0.03 ^{b,C}
		60	1.33 $\pm$ 0.19 ^{d,C}	0.15 $\pm$ 0.09 ^{ab,A}	0.07 $\pm$ 0.02 ^{a,AB}	0.67 $\pm$ 0.07 ^{c,AB}	0.38 $\pm$ 0.10 ^{b,B}
		90	TE	0.06 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.09 $\pm$ 0.03 ^{bc,A}	1.02 $\pm$ 0.04 ^{d,B}	0.14 $\pm$ 0.03 ^{c,A}
1026	Etil bütanoat	1	3.54 $\pm$ 0.25 ^{a,A}	4.87 $\pm$ 0.31 ^{a,A}	4.01 $\pm$ 0.99 ^{a,A}	16.94 $\pm$ 1.32 ^{b,A}	44.11 $\pm$ 1.15 ^{c,D}
		15	3.54 $\pm$ 0.25 ^{a,A}	18.17 $\pm$ 0.40 ^{c,B}	11.12 $\pm$ 0.94 ^{b,B}	23.63 $\pm$ 2.28 ^{d,B}	44.08 $\pm$ 1.96 ^{e,D}
		30	7.48 $\pm$ 0.25 ^{a,C}	27.67 $\pm$ 2.44 ^{c,C}	23.48 $\pm$ 1.55 ^{bc,D}	22.27 $\pm$ 2.60 ^{b,B}	36.16 $\pm$ 1.60 ^{d,C}
		60	5.26 $\pm$ 0.37 ^{a,B}	22.07 $\pm$ 2.16 ^{e,BC}	16.05 $\pm$ 0.56 ^{d,C}	12.74 $\pm$ 0.49 ^{c,A}	9.76 $\pm$ 0.10 ^{b,A}
		90	7.65 $\pm$ 0.26 ^{a,C}	22.91 $\pm$ 3.54 ^{c,BC}	14.93 $\pm$ 1.44 ^{b,C}	34.80 $\pm$ 2.43 ^{d,C}	17.36 $\pm$ 0.53 ^{b,B}
1061	Bütil asetat	1	35.68 $\pm$ 0.29 ^{b,C}	34.47 $\pm$ 1.91 ^{b,C}	27.14 $\pm$ 0.76 ^{a,C}	53.54 $\pm$ 4.35 ^{c,C}	29.50 $\pm$ 2.90 ^{ab,B}
		15	41.71 $\pm$ 0.93 ^{a,D}	41.18 $\pm$ 1.25 ^{a,D}	34.60 $\pm$ 3.09 ^{a,D}	41.37 $\pm$ 0.75 ^{a,C}	55.21 $\pm$ 4.78 ^{b,D}
		30	44.52 $\pm$ 0.35 ^{c,D}	31.02 $\pm$ 2.69 ^{b,C}	28.47 $\pm$ 2.52 ^{b,C}	17.61 $\pm$ 1.55 ^{a,AB}	28.05 $\pm$ 2.66 ^{b,C}
		60	22.60 $\pm$ 2.24 ^{a,B}	26.19 $\pm$ 2.12 ^{a,B}	22.15 $\pm$ 0.34 ^{a,B}	23.78 $\pm$ 1.71 ^{a,B}	15.75 $\pm$ 0.77 ^{b,B}
		90	3.46 $\pm$ 0.56 ^{b,A}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	3.07 $\pm$ 0.09 ^{b,A}	5.27 $\pm$ 0.20 ^{c,A}	5.99 $\pm$ 0.07 ^{d,A}
1085	Metil 2-metilpentanoat	1	0.54 $\pm$ 0.03 ^{b,D}	0.16 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.89 $\pm$ 0.08 ^{c,D}	0.26 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.21 $\pm$ 0.04 ^{a,AB}
		15	0.35 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.16 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.49 $\pm$ 0.04 ^{d,C}	0.26 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.15 $\pm$ 0.04 ^{a,A}
		30	0.35 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.34 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.13 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.23 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.23 $\pm$ 0.03 ^{b,B}
		60	0.40 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.21 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.25 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.22 $\pm$ 0.02 ^{a,B}	0.21 $\pm$ 0.00 ^{a,AB}
		90	0.19 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.35 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.18 $\pm$ 0.00 ^{b,AB}	0.13 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.22 $\pm$ 0.01 ^{b,AB}

Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinde saptanan ester bileşikleri (µg/100 g peynir, n=2) (devam)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1108	3-Metilbütil asetat	1	2.34±0.06 ^{b,B}	2.39±0.03 ^{b,A}	2.25±0.20 ^{b,B}	5.03±0.37 ^{c,D}	1.19±0.00 ^{a,A}
		15	1.45±0.34 ^{a,A}	2.59±0.48 ^{b,A}	4.80±0.06 ^{c,E}	4.20±0.24 ^{c,BC}	4.09±0.24 ^{c,D}
		30	2.57±0.14 ^{b,B}	2.26±0.33 ^{b,A}	2.67±0.22 ^{bc,C}	3.13±0.18 ^{c,A}	0.95±0.01 ^{a,A}
		60	1.42±0.03 ^{a,A}	2.21±0.12 ^{b,A}	1.59±0.02 ^{a,A}	3.78±0.09 ^{d,B}	2.43±0.10 ^{c,C}
		90	TE	2.46±0.12 ^{b,A}	3.99±0.03 ^{c,D}	4.73±0.28 ^{d,CD}	1.73±0.16 ^{a,B}
1119	Etil 3-metilbütnoat	1	1.60±0.25 ^{ab,B}	1.22±0.11 ^{a,A}	2.25±0.20 ^{b,B}	0.88±0.03 ^{a,A}	6.59±0.54 ^{c,C}
		15	2.51±0.30 ^{b,C}	1.21±0.12 ^{a,A}	2.89±0.08 ^{b,C}	4.48±0.17 ^{c,D}	4.91±0.02 ^{c,B}
		30	2.05±0.09 ^{b,BC}	1.30±0.17 ^{a,A}	1.45±0.12 ^{a,A}	3.13±0.18 ^{c,B}	4.21±0.33 ^{d,B}
		60	TE	2.26±0.07 ^{a,B}	2.52±0.27 ^{a,BC}	3.78±0.09 ^{b,C}	7.18±0.79 ^{c,C}
		90	0.82±0.02 ^{a,A}	2.10±0.12 ^{c,B}	2.43±0.24 ^{c,BC}	4.89±0.05 ^{d,E}	1.73±0.16 ^{b,A}
1162	Pentil asetat	1	6.42±0.16 ^{c,B}	8.66±0.15 ^{d,B}	3.64±0.23 ^{a,A}	8.91±0.59 ^{d,B}	4.75±0.49 ^{b,B}
		15	6.51±0.62 ^{a,B}	9.05±1.17 ^{b,B}	7.79±0.55 ^{ab,B}	8.05±0.17 ^{ab,B}	6.55±0.06 ^{a,C}
		30	5.55±0.55 ^{a,B}	9.38±0.48 ^{b,B}	9.24±0.42 ^{b,C}	5.92±0.44 ^{a,A}	6.25±0.67 ^{a,C}
		60	2.49±0.21 ^{a,A}	4.51±0.07 ^{b,A}	4.63±0.59 ^{bc,A}	5.25±0.45 ^{bc,A}	5.52±0.30 ^{c,BC}
		90	TE	TE	TE	TE	3.40±0.37 ^{a,A}
1208	Bütil bütnoat	1	2.12±0.12 ^{a,C}	2.67±0.28 ^{b,A}	TE	5.62±0.12 ^{d,D}	4.34±0.15 ^{c,B}
		15	5.88±0.05 ^{d,E}	3.85±0.29 ^{c,B}	4.06±0.20 ^{c,A}	3.26±0.24 ^{b,C}	1.38±0.07 ^{a,A}
		30	2.63±0.29 ^{b,D}	2.28±0.06 ^{ab,A}	TE	2.03±0.15 ^{a,B}	TE
		60	1.42±0.06 ^{b,B}	TE	TE	0.69±0.10 ^{a,A}	TE
		90	0.45±0.03 ^{a,A}	TE	TE	TE	TE
1224	Etil hekzanoat	1	12.08±0.08 ^{b,C}	21.24±0.83 ^{c,B}	8.63±0.70 ^{a,A}	21.55±1.17 ^{c,B}	20.76±0.69 ^{c,B}
		15	17.79±1.05 ^{a,D}	43.86±3.05 ^{d,D}	20.79±0.07 ^{a,C}	30.30±0.72 ^{ab,C}	22.05±0.90 ^{c,B}
		30	10.30±0.29 ^{a,B}	37.95±3.09 ^{d,C}	24.70±2.14 ^{b,D}	32.79±1.59 ^{cd,C}	32.04±2.58 ^{c,C}
		60	10.39±0.32 ^{a,B}	19.96±1.70 ^{c,B}	14.79±0.96 ^{b,B}	20.88±1.48 ^{c,B}	23.09±0.93 ^{c,B}
		90	5.60±0.54 ^{a,A}	10.77±0.19 ^{b,A}	14.11±0.74 ^{c,B}	13.82±1.28 ^{c,A}	12.76±0.80 ^{bc,A}
1264	Hekzil asetat	1	55.38±2.01 ^{b,C}	26.09±1.03 ^{a,B}	30.41±2.49 ^{a,B}	65.14±1.99 ^{c,D}	60.77±0.40 ^{c,B}
		15	51.95±1.97 ^{a,BC}	83.93±7.71 ^{c,D}	65.31±5.23 ^{b,D}	59.46±0.53 ^{ab,C}	63.39±2.15 ^{ab,B}
		30	44.48±4.45 ^{a,B}	75.62±4.96 ^{b,D}	66.43±6.51 ^{b,D}	76.77±1.68 ^{b,E}	66.86±0.90 ^{b,C}
		60	57.60±3.63 ^{c,C}	57.53±4.95 ^{c,C}	46.70±1.71 ^{b,C}	48.07±3.00 ^{b,B}	17.36±1.68 ^{a,A}
		90	7.46±0.53 ^{b,A}	12.70±0.18 ^{c,A}	6.33±0.59 ^{a,A}	7.47±0.11 ^{b,A}	TE
1276	Metil heptanoat	1	0.18±0.00 ^{a,A}	TE	TE	TE	TE
		15	0.24±0.00 ^{ab,AB}	TE	0.33±0.01 ^{b,A}	0.17±0.03 ^{a,A}	0.27±0.11 ^{ab,B}
		30	0.25±0.06 ^{a,AB}	0.29±0.04 ^{ab,B}	0.28±0.01 ^{a,A}	0.37±0.00 ^{b,B}	0.24±0.03 ^{a,B}
		60	0.36±0.04 ^{a,C}	0.22±0.02 ^{a,A}	0.35±0.12 ^{a,A}	0.30±0.15 ^{a,AB}	0.33±0.14 ^{a,B}
		90	0.31±0.00 ^{a,BC}	0.22±0.04 ^{a,A}	0.25±0.05 ^{a,A}	0.28±0.03 ^{a,AB}	0.30±0.15 ^{a,B}
1291	İzobütil 2-metilvalerat	1	1.04±0.06 ^{b,AB}	0.67±0.02 ^{a,A}	0.55±0.09 ^{a,A}	1.65±0.10 ^{c,B}	TE
		15	4.13±0.34 ^{d,D}	1.20±0.09 ^{a,B}	1.62±0.03 ^{ab,AB}	1.78±0.05 ^{bc,B}	2.14±0.22 ^{c,C}
		30	1.46±0.31 ^{b,B}	0.93±0.03 ^{a,AB}	1.84±0.20 ^{b,AB}	2.52±0.08 ^{c,C}	0.62±0.24 ^{a,A}
		60	0.84±0.15 ^{a,A}	1.19±0.12 ^{a,B}	2.60±0.53 ^{b,B}	1.30±0.13 ^{a,A}	1.59±0.31 ^{a,B}
		90	3.29±0.00 ^{c,C}	0.65±0.36 ^{a,A}	3.32±1.37 ^{c,B}	1.30±0.08 ^{ab,A}	2.47±0.06 ^{bc,C}
1295	2-Propenil hekzanoat	1	1.61±0.25 ^{a,B}	1.51±0.18 ^{a,B}	TE	2.83±0.18 ^{b,C}	1.71±0.26 ^{a,A}
		15	2.46±0.10 ^{c,C}	1.35±0.10 ^{ab,B}	0.87±0.10 ^{a,A}	1.35±0.25 ^{ab,B}	1.61±0.42 ^{b,A}
		30	1.39±0.03 ^{ab,AB}	0.80±0.24 ^{a,A}	1.76±0.33 ^{b,B}	TE	1.33±0.34 ^{ab,A}
		60	1.20±0.02 ^{b,A}	1.31±0.20 ^{b,B}	1.48±0.07 ^{b,B}	0.81±0.10 ^{a,A}	2.78±0.22 ^{c,B}
		90	TE	0.76±0.10 ^{a,A}	TE	1.37±0.00 ^{b,B}	2.99±0.11 ^{c,B}
1309	Propil hekzanoat	1	0.40±0.00 ^{a,A}	0.33±0.05 ^{a,A}	0.37±0.06 ^{a,A}	0.62±0.04 ^{b,C}	0.67±0.03 ^{b,C}
		15	0.53±0.16 ^{b,A}	0.45±0.05 ^{b,B}	0.45±0.07 ^{b,A}	0.67±0.09 ^{b,C}	0.12±0.00 ^{a,A}
		30	TE	0.29±0.01 ^{a,A}	0.44±0.09 ^{b,A}	0.33±0.03 ^{ab,B}	0.34±0.02 ^{ab,B}
		60	0.40±0.12 ^{b,A}	0.44±0.02 ^{b,B}	0.32±0.01 ^{b,A}	0.13±0.01 ^{a,A}	0.65±0.02 ^{c,C}
		90	TE	TE	TE	TE	0.41±0.06 ^{a,B}

Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinde saptanan ester bileşikleri ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir, $n=2$) (devam)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1348	Hekzil hekzanoat	1	3.32 $\pm$ 0.18 ^{a,A}	6.71 $\pm$ 0.13 ^{d,AB}	3.72 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	4.57 $\pm$ 0.08 ^{c,A}	6.80 $\pm$ 0.17 ^{d,A}
		15	5.80 $\pm$ 0.05 ^{a,C}	14.55 $\pm$ 0.62 ^{d,D}	9.40 $\pm$ 0.38 ^{b,C}	8.46 $\pm$ 0.30 ^{b,B}	10.48 $\pm$ 0.39 ^{c,D}
		30	3.29 $\pm$ 0.17 ^{a,A}	10.31 $\pm$ 0.24 ^{b,C}	15.68 $\pm$ 0.67 ^{d,D}	12.14 $\pm$ 1.25 ^{c,D}	9.35 $\pm$ 0.45 ^{b,C}
		60	4.26 $\pm$ 0.02 ^{a,B}	7.30 $\pm$ 0.17 ^{b,B}	7.33 $\pm$ 0.32 ^{b,B}	10.76 $\pm$ 0.38 ^{c,CD}	7.76 $\pm$ 0.16 ^{b,B}
		90	4.53 $\pm$ 0.62 ^{a,B}	6.32 $\pm$ 0.18 ^{b,A}	6.50 $\pm$ 0.26 ^{b,B}	9.61 $\pm$ 0.42 ^{c,BC}	6.83 $\pm$ 0.07 ^{b,A}
1406	Bütil hekzanoat	1	0.37 $\pm$ 0.02 ^{b,C}	0.16 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	1.16 $\pm$ 0.16 ^{c,B}	0.36 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
		15	0.44 $\pm$ 0.01 ^{a,D}	0.90 $\pm$ 0.00 ^{d,D}	0.68 $\pm$ 0.00 ^{c,C}	1.13 $\pm$ 0.00 ^{e,B}	0.49 $\pm$ 0.00 ^{b,C}
		30	0.07 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.78 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.75 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	1.10 $\pm$ 0.09 ^{c,B}	0.79 $\pm$ 0.01 ^{b,D}
		60	0.25 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.07 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.16 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.39 $\pm$ 0.04 ^{d,A}	0.21 $\pm$ 0.01 ^{bc,A}
		90	TE	0.08 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.06 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	TE	0.31 $\pm$ 0.02 ^{b,B}
1408	Hekzil bütanoat	1	0.25 $\pm$ 0.04 ^{c,C}	0.18 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.07 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{d,C}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{a,A}
		15	0.21 $\pm$ 0.00 ^{a,BC}	0.69 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.38 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.27 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.46 $\pm$ 0.07 ^{b,C}
		30	0.10 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.64 $\pm$ 0.04 ^{d,B}	0.45 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	0.35 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.36 $\pm$ 0.00 ^{b,B}
		60	0.14 $\pm$ 0.02 ^{a,AB}	0.20 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.32 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.14 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.15 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
		90	0.15 $\pm$ 0.04 ^{a,AB}	0.16 $\pm$ 0.06 ^{a,A}	TE	TE	0.11 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
1421	Hekzil 2-metilbütanoat	1	0.35 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.42 $\pm$ 0.05 ^{b,A}	0.67 $\pm$ 0.09 ^{c,B}	TE
		15	0.57 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.63 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.44 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	0.30 $\pm$ 0.06 ^{a,A}	0.37 $\pm$ 0.02 ^{ab,A}
		30	0.32 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.86 $\pm$ 0.08 ^{d,D}	0.60 $\pm$ 0.03 ^{c,B}	0.42 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.58 $\pm$ 0.01 ^{c,B}
		60	0.38 $\pm$ 0.01 ^{bc,A}	0.22 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.49 $\pm$ 0.03 ^{c,AB}	0.37 $\pm$ 0.09 ^{bc,A}	0.33 $\pm$ 0.07 ^{ab,A}
		90	TE	TE	TE	TE	0.27 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
1427	Etil oktanoat	1	0.31 $\pm$ 0.07 ^{a,B}	0.46 $\pm$ 0.05 ^{ab,A}	0.75 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	0.59 $\pm$ 0.19 ^{ab,A}	1.11 $\pm$ 0.12 ^{c,A}
		15	0.44 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.65 $\pm$ 0.02 ^{a,B}	1.47 $\pm$ 0.33 ^{b,B}	1.53 $\pm$ 0.34 ^{b,B}	1.34 $\pm$ 0.10 ^{b,A}
		30	0.30 $\pm$ 0.09 ^{a,B}	1.11 $\pm$ 0.07 ^{b,C}	1.49 $\pm$ 0.11 ^{c,B}	2.82 $\pm$ 0.21 ^{d,C}	2.69 $\pm$ 0.09 ^{d,C}
		60	0.46 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	1.57 $\pm$ 0.03 ^{b,E}	1.45 $\pm$ 0.46 ^{b,B}	2.78 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	1.90 $\pm$ 0.04 ^{b,B}
		90	0.15 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	1.30 $\pm$ 0.00 ^{b,D}	1.58 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	2.70 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	3.54 $\pm$ 0.42 ^{d,D}
1434	2-Metilpentil 2-metilpropanoat	1	TE	0.23 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.52 $\pm$ 0.09 ^{b,A}	0.99 $\pm$ 0.12 ^{c,B}	1.25 $\pm$ 0.32 ^{c,AB}
		15	0.66 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.73 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	1.04 $\pm$ 0.17 ^{b,C}	1.05 $\pm$ 0.14 ^{b,B}	0.87 $\pm$ 0.03 ^{ab,A}
		30	0.26 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.50 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	1.07 $\pm$ 0.02 ^{c,C}	1.29 $\pm$ 0.16 ^{d,B}	TE
		60	0.45 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.72 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.77 $\pm$ 0.03 ^{b,B}	2.25 $\pm$ 0.15 ^{d,C}	1.21 $\pm$ 0.05 ^{c,AB}
		90	0.78 $\pm$ 0.00 ^{c,D}	0.31 $\pm$ 0.07 ^{a,A}	0.50 $\pm$ 0.04 ^{b,A}	0.52 $\pm$ 0.03 ^{b,A}	1.32 $\pm$ 0.06 ^{d,B}
1446	2-Metilpropil 2-metilbütanoat	1	TE	5.48 $\pm$ 0.35 ^{c,CD}	3.56 $\pm$ 0.10 ^{a,A}	4.53 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	5.63 $\pm$ 0.11 ^{c,C}
		15	0.63 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	4.28 $\pm$ 0.11 ^{c,AB}	4.87 $\pm$ 0.01 ^{d,C}	5.66 $\pm$ 0.31 ^{e,B}	3.22 $\pm$ 0.03 ^{b,A}
		30	TE	5.76 $\pm$ 0.31 ^{b,D}	4.33 $\pm$ 0.32 ^{a,B}	6.25 $\pm$ 0.35 ^{b,B}	3.99 $\pm$ 0.07 ^{ab,B}
		60	TE	3.67 $\pm$ 0.37 ^{a,A}	4.10 $\pm$ 0.04 ^{a,B}	TE	5.87 $\pm$ 0.12 ^{b,D}
		90	TE	4.78 $\pm$ 0.13 ^{b,BC}	3.54 $\pm$ 0.07 ^{a,A}	4.47 $\pm$ 0.32 ^{b,A}	5.47 $\pm$ 0.05 ^{c,C}
1733	Hekzil 4-etilbenzoat	1	46.40 $\pm$ 4.55 ^{a,A}	67.67 $\pm$ 3.42 ^{b,A}	62.38 $\pm$ 4.94 ^{b,A}	59.24 $\pm$ 4.62 ^{b,A}	86.26 $\pm$ 4.78 ^{c,B}
		15	90.77 $\pm$ 2.74 ^{b,D}	65.13 $\pm$ 4.62 ^{a,A}	87.88 $\pm$ 5.96 ^{b,B}	90.83 $\pm$ 8.46 ^{b,B}	94.75 $\pm$ 2.20 ^{b,BC}
		30	55.38 $\pm$ 0.56 ^{a,B}	76.79 $\pm$ 4.02 ^{b,A}	106.12 $\pm$ 5.17 ^{c,C}	136.83 $\pm$ 8.42 ^{d,C}	99.22 $\pm$ 2.32 ^{c,C}
		60	65.68 $\pm$ 2.27 ^{a,C}	90.06 $\pm$ 7.70 ^{b,B}	131.39 $\pm$ 5.65 ^{d,D}	67.41 $\pm$ 2.80 ^{a,A}	104.31 $\pm$ 5.32 ^{c,C}
		90	55.45 $\pm$ 4.57 ^{a,B}	69.59 $\pm$ 4.61 ^{b,A}	83.93 $\pm$ 3.68 ^{cd,B}	89.01 $\pm$ 7.06 ^{d,B}	72.30 $\pm$ 5.42 ^{bc,A}
1818	2-Fenetil asetat	1	TE	0.40 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.53 $\pm$ 0.06 ^{ab,A}	1.41 $\pm$ 0.18 ^{c,A}	0.66 $\pm$ 0.05 ^{b,A}
		15	TE	0.47 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.68 $\pm$ 0.07 ^{b,B}	1.50 $\pm$ 0.03 ^{d,A}	1.27 $\pm$ 0.00 ^{c,C}
		30	0.29 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.59 $\pm$ 0.05 ^{b,A}	0.71 $\pm$ 0.05 ^{b,B}	3.03 $\pm$ 0.14 ^{d,B}	1.06 $\pm$ 0.09 ^{c,B}
		60	0.22 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	1.08 $\pm$ 0.21 ^{b,B}	1.12 $\pm$ 0.04 ^{b,C}	3.05 $\pm$ 0.12 ^{d,B}	1.76 $\pm$ 0.03 ^{c,D}
		90	0.22 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.52 $\pm$ 0.10 ^{b,A}	0.64 $\pm$ 0.05 ^{b,AB}	1.29 $\pm$ 0.15 ^{c,A}	1.63 $\pm$ 0.02 ^{d,D}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

cerevisiae ve *K. marxianus*'un aroma bileşiklerinden öncelikle ester ürettiğini belirtmişlerdir. Dzialo vd. (2017), *S. cerevisiae*'nin asetat, etil asetat, propil asetat, bütil asetat ve amil asetat üretiminden sorumlu olduğunu belirtmiştir. Leclercq-Perlat vd.

(2004), *K. marxianus* tarafından üretilen meyveli bir koku ile karakterize edilen esterlerin oluşumu ile karakterize edildiğini belirtmişlerdir.

4.5.2. Karboksilik asitler

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde ikinci en çok bulunan aroma grubu karboksilik asitlerdir. Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde 6 adet karboksilik asit bileşiği saptanmıştır (Çizelge 4.16). Beyaz peynir örneklerinde diğer asit bileşiklerine göre asetik asit ve hekzanoik asit miktarı daha yüksek bulunmuştur. de Jager (2003), *Debaryomyces* ve *Yarrowia* cinslerinin maya türlerinin, yağ asitlerinin hidrolizine neden olan hücre içi lipolitik aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmada olgunlaşma boyunca karboksilik asit bileşikleri miktarlarında artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Asetik asit miktarı, olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde KM peynirinde ve olgunlaşmanın 90. gününde ise YL peynirinde diğer örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), asetik asitin protein ve karbohidrat metabolizması sonucu meydana geldiğini, peynire sirke aroması verdiğini ve Beyaz peynir, Feta, Domiati gibi salamura peynir çeşitlerinde yüksek konsantrasyonda saptanan asitlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın sonunda diğer Beyaz peynirlerine göre hekzanoik asit miktarı YL ve DH peynirlerinde daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), hekzanoik asitin protein ve yağ metabolizması sonucu meydana geldiğini, peynirde küfümsü, ekşi ve keskin koku verdiğini belirtmişlerdir. Karboksilik asit bileşikleri arasında asetik asit ve hekzanoik asit dışında miktarı en fazla olan oktanoik asit olgunlaşmanın 60. ve 90. gününde YL örneğinde diğer peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), oktanoik asitin yağ metabolizması sonucu meydana geldiğini, peynirde keçimsi ve sabunumsu kokular ile mum kokusu verdiğini belirtmişlerdir. Genel olarak asit bileşiklerinin oluşumunda *Y. lipolytica* maya kültürünün daha etkili olduğunu belirtmek mümkündür. Şahingil (2012), Beyaz peynir örneklerinde asit bileşikleri içinde en çok bütanoik asit, hekzanoik asit ve asetik asit bulunduğu belirtmiş olup, olgunlaşma ilerledikçe peynirlerdeki asit bileşiklerinde artış meydana geldiği ifade etmiştir. Salum vd. (2018), Türkiye'nin farklı bölgelerinden üretilen 9 Beyaz peynir örneğinin aroma analizi sonucunda 2 örnek dışında hekzanoik asit miktarının tüm bileşiklerden daha yüksek olduğunu ve bütanoik, asetik, propanoik, 2-propenoik ve benzoik asitlerin saptanan diğer bileşikler olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.16. Beyaz peynir örneklerinde saptanan asit bileşikleri ($\mu\text{g}/100$ g peynir, n=2)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1440	Asetik asit	1	36.37 $\pm$ 2.70 ^{b,D}	22.36 $\pm$ 0.73 ^{a,B}	35.05 $\pm$ 2.41 ^{b,D}	17.48 $\pm$ 0.52 ^{a,AB}	44.60 $\pm$ 3.28 ^{c,C}
		15	16.46 $\pm$ 0.17 ^{b,B}	16.80 $\pm$ 0.69 ^{b,A}	10.21 $\pm$ 0.86 ^{a,A}	15.69 $\pm$ 3.18 ^{b,AB}	19.44 $\pm$ 1.13 ^{b,A}
		30	10.60 $\pm$ 1.67 ^{a,A}	16.89 $\pm$ 1.47 ^{b,A}	17.05 $\pm$ 1.21 ^{b,B}	21.44 $\pm$ 2.52 ^{c,B}	34.44 $\pm$ 1.00 ^{d,B}
		60	25.79 $\pm$ 2.06 ^{b,C}	22.86 $\pm$ 1.34 ^{b,B}	15.36 $\pm$ 0.52 ^{a,B}	15.95 $\pm$ 0.55 ^{a,AB}	36.09 $\pm$ 2.07 ^{c,B}
		90	25.94 $\pm$ 0.94 ^{b,C}	42.28 $\pm$ 0.88 ^{c,C}	29.74 $\pm$ 0.06 ^{b,C}	21.04 $\pm$ 1.76 ^{a,AB}	21.96 $\pm$ 2.64 ^{a,A}
1533	İzobütirik asit	1	8.47 $\pm$ 0.65 ^{c,C}	3.14 $\pm$ 0.47 ^{b,A}	4.30 $\pm$ 0.56 ^{b,B}	1.35 $\pm$ 0.41 ^{a,A}	4.54 $\pm$ 0.76 ^{b,BC}
		15	3.11 $\pm$ 0.09 ^{b,A}	5.46 $\pm$ 0.48 ^{c,C}	1.71 $\pm$ 0.13 ^{a,A}	1.59 $\pm$ 0.32 ^{a,A}	4.28 $\pm$ 0.62 ^{d,BC}
		30	4.72 $\pm$ 0.24 ^{d,B}	3.64 $\pm$ 0.37 ^{c,AB}	1.71 $\pm$ 0.10 ^{a,A}	1.25 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	2.77 $\pm$ 0.61 ^{b,A}
		60	5.15 $\pm$ 0.10 ^{c,B}	5.38 $\pm$ 0.63 ^{c,C}	1.19 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	3.83 $\pm$ 0.05 ^{b,B}	4.96 $\pm$ 0.10 ^{c,C}
		90	3.61 $\pm$ 0.09 ^{ab,A}	4.57 $\pm$ 0.17 ^{c,BC}	4.23 $\pm$ 0.46 ^{bc,B}	3.48 $\pm$ 0.27 ^{a,B}	3.43 $\pm$ 0.18 ^{a,AB}
1541	2-Metil-propanoik asit	1	0.35 $\pm$ 0.00 ^{ab,A}	0.35 $\pm$ 0.02 ^{ab,B}	0.39 $\pm$ 0.07 ^{b,BC}	0.27 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.28 $\pm$ 0.01 ^{a,AB}
		15	0.37 $\pm$ 0.06 ^{b,AB}	0.13 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.17 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.30 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.49 $\pm$ 0.03 ^{c,C}
		30	0.46 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.17 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.56 $\pm$ 0.00 ^{c,D}	0.66 $\pm$ 0.01 ^{d,C}	0.51 $\pm$ 0.03 ^{bc,C}
		60	0.32 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.47 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.47 $\pm$ 0.01 ^{b,CD}	0.46 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{a,B}
		90	0.75 $\pm$ 0.07 ^{c,C}	0.39 $\pm$ 0.05 ^{b,BC}	0.36 $\pm$ 0.03 ^{ab,B}	0.66 $\pm$ 0.00 ^{c,C}	0.24 $\pm$ 0.05 ^{a,A}
1838	Hekzanoik asit	1	15.47 $\pm$ 0.14 ^{ab,A}	20.73 $\pm$ 1.05 ^{c,AB}	14.17 $\pm$ 0.55 ^{a,B}	16.95 $\pm$ 0.70 ^{b,A}	15.82 $\pm$ 0.57 ^{ab,B}
		15	20.41 $\pm$ 2.01 ^{b,B}	26.89 $\pm$ 2.47 ^{c,B}	6.77 $\pm$ 0.84 ^{a,A}	28.35 $\pm$ 1.44 ^{c,A}	8.17 $\pm$ 0.04 ^{a,A}
		30	34.87 $\pm$ 1.30 ^{d,C}	18.65 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	64.18 $\pm$ 0.43 ^{e,E}	28.71 $\pm$ 3.91 ^{c,A}	13.83 $\pm$ 0.58 ^{a,B}
		60	36.16 $\pm$ 2.89 ^{b,C}	67.90 $\pm$ 5.75 ^{d,C}	51.06 $\pm$ 3.27 ^{c,D}	51.86 $\pm$ 2.23 ^{c,B}	12.29 $\pm$ 0.50 ^{a,AB}
		90	48.48 $\pm$ 1.46 ^{ab,D}	61.38 $\pm$ 2.59 ^{bc,C}	39.51 $\pm$ 3.30 ^{a,C}	71.43 $\pm$ 6.02 ^{c,B}	47.13 $\pm$ 4.05 ^{ab,C}
1949	Heptanoik asit	1	1.89 $\pm$ 0.23 ^{a,C}	TE	TE	TE	TE
		15	TE	TE	0.19 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	TE	TE
		30	0.68 $\pm$ 0.05 ^{a,B}	TE	TE	1.17 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	1.87 $\pm$ 0.22 ^{b,C}
		60	0.10 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	1.06 $\pm$ 0.24 ^{b,A}	TE	0.91 $\pm$ 0.31 ^{b,A}	1.10 $\pm$ 0.22 ^{b,B}
		90	0.45 $\pm$ 0.08 ^{a,B}	2.02 $\pm$ 0.18 ^{d,B}	1.45 $\pm$ 0.07 ^{c,B}	1.02 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.48 $\pm$ 0.07 ^{a,A}
2051	Oktanoik asit	1	18.48 $\pm$ 0.49 ^{c,E}	8.50 $\pm$ 2.46 ^{a,AB}	14.70 $\pm$ 1.23 ^{b,B}	7.24 $\pm$ 0.48 ^{a,A}	13.07 $\pm$ 1.48 ^{b,C}
		15	7.91 $\pm$ 0.23 ^{a,C}	7.62 $\pm$ 0.94 ^{a,A}	7.20 $\pm$ 0.31 ^{a,A}	7.16 $\pm$ 0.65 ^{a,A}	10.40 $\pm$ 0.84 ^{b,B}
		30	14.34 $\pm$ 0.12 ^{b,D}	14.26 $\pm$ 1.75 ^{b,B}	7.81 $\pm$ 0.49 ^{a,A}	21.22 $\pm$ 1.62 ^{c,B}	6.13 $\pm$ 0.06 ^{a,A}
		60	6.88 $\pm$ 0.35 ^{a,B}	31.43 $\pm$ 0.19 ^{c,C}	7.76 $\pm$ 0.94 ^{a,A}	22.36 $\pm$ 3.2 ^{b,B}	4.59 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
		90	4.30 $\pm$ 0.40 ^{a,A}	54.42 $\pm$ 4.20 ^{c,D}	6.77 $\pm$ 0.29 ^{a,A}	23.38 $\pm$ 0.77 ^{b,B}	8.57 $\pm$ 0.78 ^{a,B}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.3. Alkoller

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerine ait 17 adet alkol bileşiği saptanmış olup, bu bileşiklerin Beyaz peyniri örneklerindeki miktarları ($\mu\text{g}/100$ g peynir) Çizelge 4.17’de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde diğer alkol bileşiklerine göre etanol ve 3-metil-1-bütanol miktarı daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), 3-metil-1-bütanol’ün laktoz ve sitrat metabolizması ile etanol ve protein metabolizması sonucu meydana geldiğini ve peynire alkol ve çimen kokusu verdiğini belirtmişlerdir. Kesenkaş (2005), 3-metil-1-bütanol ve 2-heptanol’ün sadece kontrol örneğinde olgunlaşmanın 90. gününde saptandığını rapor etmiştir. Salum vd. (2018), Beyaz peyniri örneklerinde önde gelen alkol bileşiklerinin 3-metil-1-bütanol ve 2-heptanol olduğunu belirtmişlerdir.

Beyaz peynirlerinde bulunan alkol bileşikleri arasında etanol, 2-metil-1-propanol, 3-metil-1-bütanol, 2,7-dimetil-4,5-oktanediol ve benzen etanol miktarları herhangi bir maya kültürünün katılmadığı CC peynirinde daha düşük bulunmuştur. Bu durumda söz konusu alkol bileşiklerinin miktarları üzerinde maya kültürlerinin artan yönde etkili olduğu söylenebilir. Martin vd. (2001), *Y. lipolytica*'nın yüksek 2-propanol ve *D. hansenii*'nin ise 2-metil propanol ve 3-metil bütanol üretimi ile karakterize edildiğini belirtmiştir. Leclercq-Perlat vd. (2004), *K. marxianus*'nın bütanol üretimi ile karakterize edildiğini ifade etmiştir. Ugliano ve Henschke (2009), mayalar tarafından üretilen alkol bileşiklerinin çoğunun Ehrlich yolu ile amino asitlerin parçalanması sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

Karimi vd. (2012), *Lactococcus* spp.'nin sitrat metabolizması yoluyla etanol üretebildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca genel olarak, asit üreten mezofilik bakterilerinin etanol üretme yeteneğinin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. de Jager (2003), laktoz fermente eden *K. marxianus* türlerinin fermente ürünü olarak etanol ürettiğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında peynirlerin etanol miktarında sitrat metabolizmasının daha az etkisi olduğunu göstermektedir.

2-Heptanol olgunlaşma boyunca sadece CC örneğinde tespit edilmiştir. Avşar vd. (2011), 2-heptanol'ün yağ metabolizması sonucu meydana geldiğini ve peynire tatlımsı bir koku verdiğini belirtmişlerdir. 2-Metil-1-propanol'da ise olgunlaşma boyunca sadece CC örneğinde tespit edilememiştir. Avşar vd. (2011), 2-metil-1-propanol'ün protein metabolizması sonucu meydana geldiğini ve peynire plastik koku verdiğini belirtmişlerdir. 1-Bütanol olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde hiçbir Beyaz peyniri örneğinde tespit edilememiştir. 3-Metil-1-bütanol olgunlaşmanın 30. gününden itibaren YL, DH ve KM peynir örneklerinde artış gösterirken CC ve SC peynirlerinde artış ve azalışlar olduğu saptanmıştır. 2,7-Dimetil-4,5-oktanediol CC peynirinde sadece olgunlaşmanın 15. gününde bulunurken, maya kültürü olan Beyaz peynirlerde olgunlaşmanın tüm günlerinde tespit edilmiştir. Genel olarak alkol bileşiklerinin oluşumunda *D. hansenii* ve *K. marxianus* maya kültürlerinin daha etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkol bileşikleri (µg/100 g peynir, n=2)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
717	3,3-Dimetil-2-bütanol	1	1.42±0.06 ^{ab,E}	1.23±0.05 ^{ab,D}	1.54±0.31 ^{b,C}	1.41±0.02 ^{ab,D}	1.08±0.05 ^{a,C}
		15	0.76±0.03 ^{c,D}	0.45±0.04 ^{b,B}	0.82±0.17 ^{c,B}	0.22±0.03 ^{a,A}	0.93±0.03 ^{c,AB}
		30	0.38±0.02 ^{b,B}	0.11±0.03 ^{a,A}	0.79±0.07 ^{c,AB}	0.13±0.00 ^{a,A}	1.30±0.01 ^{d,D}
		60	0.62±0.02 ^{b,C}	0.80±0.03 ^{c,C}	0.35±0.07 ^{a,AB}	0.76±0.06 ^{c,B}	0.97±0.01 ^{d,B}
		90	0.27±0.01 ^{a,A}	TE	0.92±0.14 ^{b,B}	0.94±0.01 ^{b,C}	0.87±0.04 ^{b,A}
915	2-Propanol	1	0.16±0.02 ^{ab,C}	0.13±0.00 ^{a,B}	0.18±0.01 ^{b,C}	0.13±0.02 ^{a,A}	0.19±0.00 ^{b,A}
		15	0.16±0.02 ^{ab,C}	0.12±0.01 ^{a,AB}	0.10±0.00 ^{a,A}	0.14±0.01 ^{a,A}	0.21±0.03 ^{b,A}
		30	0.04±0.01 ^{a,A}	0.13±0.00 ^{b,B}	0.12±0.01 ^{b,AB}	0.13±0.01 ^{b,A}	0.21±0.01 ^{c,AB}
		60	0.08±0.00 ^{a,AB}	0.11±0.02 ^{ab,A}	0.14±0.01 ^{b,B}	0.12±0.02 ^{ab,A}	0.27±0.03 ^{c,B}
		90	0.13±0.03 ^{a,BC}	0.34±0.00 ^{c,C}	0.11±0.01 ^{a,A}	0.13±0.00 ^{a,A}	0.25±0.01 ^{b,AB}
922	Etanol	1	6.10±0.06 ^{a,C}	11.19±0.67 ^{b,A}	20.92±3.07 ^{c,BC}	25.19±1.78 ^{cd,BC}	27.09±0.92 ^{d,C}
		15	4.10±0.04 ^{a,B}	13.11±1.22 ^{b,BC}	23.17±2.24 ^{d,C}	17.67±1.47 ^{c,A}	16.71±0.26 ^{c,A}
		30	6.20±0.36 ^{a,C}	13.95±0.65 ^{b,C}	14.07±0.39 ^{b,A}	21.56±1.49 ^{c,AB}	25.50±1.86 ^{d,C}
		60	6.21±0.03 ^{a,C}	11.51±0.11 ^{b,AB}	14.39±0.62 ^{c,A}	25.73±1.00 ^{e,BC}	17.70±1.42 ^{d,AB}
		90	3.26±0.11 ^{a,A}	12.62±0.10 ^{b,ABC}	17.60±0.27 ^{c,AB}	26.99±2.55 ^{d,C}	20.49±0.68 ^{c,B}
937	2-Heptanol	1	0.04±0.00 ^{a,AB}	TE	TE	TE	TE
		15	0.07±0.00 ^{b,B}	0.06±0.01 ^{b,B}	0.03±0.00 ^{a,A}	TE	TE
		30	0.03±0.00 ^{a,A}	0.04±0.00 ^{b,A}	0.06±0.00 ^{c,A}	TE	0.06±0.01 ^{c,A}
		60	0.05±0.00 ^{a,AB}	TE	0.52±0.04 ^{c,B}	0.16±0.01 ^{b,A}	TE
		90	0.33±0.02 ^{a,C}	TE	TE	TE	TE
1087	2-Metil-1-propanol	1	TE	1.50±0.06 ^{b,D}	0.89±0.08 ^{a,D}	0.78±0.07 ^{a,D}	0.75±0.01 ^{a,C}
		15	0.01±0.00 ^{a,A}	0.44±0.04 ^{c,BC}	0.55±0.05 ^{d,C}	0.27±0.01 ^{b,A}	0.38±0.01 ^{c,A}
		30	TE	0.30±0.00 ^{b,A}	0.13±0.02 ^{a,A}	0.40±0.01 ^{c,B}	0.61±0.01 ^{d,B}
		60	0.05±0.01 ^{a,B}	0.40±0.01 ^{c,B}	0.25±0.01 ^{b,B}	0.42±0.02 ^{c,B}	0.39±0.02 ^{c,A}
		90	TE	0.51±0.01 ^{b,C}	0.24±0.01 ^{a,AB}	0.58±0.03 ^{c,C}	0.81±0.00 ^{d,D}
1142	1-Bütanol	1	0.27±0.03 ^{a,B}	0.54±0.02 ^{b,A}	0.22±0.03 ^{a,B}	0.57±0.00 ^{b,B}	0.67±0.02 ^{c,A}
		15	0.22±0.01 ^{a,A}	0.57±0.07 ^{b,A}	0.76±0.07 ^{c,C}	0.13±0.01 ^{a,C}	TE
		30	0.25±0.03 ^{b,AB}	TE	0.14±0.01 ^{a,A}	0.18±0.03 ^{a,A}	TE
		60	TE	TE	TE	TE	TE
		90	TE	TE	TE	TE	TE
1202	3-Metil-1-bütanol	1	1.64±0.07 ^{a,A}	21.77±0.49 ^{b,B}	22.75±1.95 ^{bc,B}	29.40±0.15 ^{d,C}	24.58±0.04 ^{c,D}
		15	1.61±0.31 ^{a,A}	19.76±1.09 ^{c,B}	21.53±1.10 ^{c,B}	19.25±0.60 ^{c,B}	16.06±1.18 ^{b,BC}
		30	1.40±0.12 ^{a,A}	13.85±0.32 ^{b,A}	16.71±0.65 ^{c,A}	17.01±1.23 ^{c,A}	13.07±1.22 ^{b,A}
		60	1.37±0.06 ^{a,A}	14.40±1.93 ^{b,A}	14.40±0.25 ^{b,A}	17.28±0.90 ^{c,A}	14.35±1.13 ^{b,AB}
		90	1.46±0.08 ^{a,A}	14.48±1.64 ^{b,A}	15.33±0.33 ^{bc,A}	27.69±0.24 ^{d,C}	17.02±0.56 ^{c,C}
1243	1-Pentanol	1	0.80±0.23 ^{a,B}	0.99±0.01 ^{b,E}	1.22±0.01 ^{b,C}	1.77±0.16 ^{c,C}	1.37±0.07 ^{b,B}
		15	0.90±0.08 ^{c,B}	0.93±0.01 ^{c,D}	0.50±0.04 ^{a,B}	0.67±0.02 ^{b,B}	0.54±0.06 ^{ab,A}
		30	TE	0.49±0.02 ^{a,C}	0.45±0.03 ^{a,B}	0.59±0.01 ^{b,B}	0.83±0.04 ^{c,A}
		60	0.41±0.01 ^{b,A}	0.36±0.02 ^{ab,B}	0.28±0.07 ^{a,A}	0.30±0.00 ^{a,A}	0.51±0.04 ^{c,A}
		90	0.32±0.00 ^{a,A}	0.30±0.00 ^{a,A}	0.27±0.06 ^{a,A}	0.69±0.01 ^{c,B}	0.45±0.03 ^{d,A}
1311	3-Metil-2-bütene-1-ol	1	0.16±0.00 ^{a,C}	0.17±0.00 ^{b,B}	0.20±0.00 ^{c,BC}	0.24±0.00 ^{d,A}	0.25±0.00 ^{e,B}
		15	0.11±0.00 ^{a,C}	0.24±0.01 ^{a,C}	0.19±0.00 ^{a,BC}	0.68±0.16 ^{b,B}	0.23±0.03 ^{a,B}
		30	0.20±0.00 ^{b,D}	0.39±0.04 ^{c,D}	0.27±0.07 ^{b,C}	0.08±0.02 ^{a,A}	0.22±0.03 ^{b,B}
		60	0.12±0.02 ^{c,AB}	0.12±0.00 ^{c,A}	0.02±0.00 ^{a,A}	0.07±0.01 ^{b,A}	0.19±0.03 ^{d,AB}
		90	0.14±0.02 ^{a,BC}	0.10±0.01 ^{a,A}	0.16±0.05 ^{a,B}	0.64±0.05 ^{b,B}	0.14±0.02 ^{a,A}
1336	2,6-Dimetil-2-octanol	1	0.22±0.01 ^{a,A}	0.15±0.03 ^{a,A}	1.99±0.11 ^{b,A}	4.58±0.01 ^{c,A}	4.23±0.32 ^{c,A}
		15	0.31±0.11 ^{a,A}	1.87±0.18 ^{a,B}	5.53±1.21 ^{b,B}	7.05±1.22 ^{b,B}	6.03±0.19 ^{b,B}
		30	0.70±0.11 ^{a,A}	5.73±0.77 ^{b,D}	8.94±0.96 ^{c,C}	6.49±0.23 ^{b,B}	7.05±0.59 ^{b,C}
		60	1.46±0.44 ^{a,B}	3.68±0.59 ^{b,C}	3.35±0.53 ^{b,A}	5.90±0.02 ^{c,AB}	3.92±0.09 ^{b,A}
		90	4.32±0.09 ^{b,C}	3.79±0.28 ^{b,C}	2.12±0.17 ^{a,A}	5.80±0.15 ^{c,AB}	7.48±0.31 ^{d,C}

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkol bileşikleri ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir, $n=2$) (devam)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1355	Octan-3-ol	1	0.10 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.12 $\pm$ 0.00 ^{ab,A}	0.18 $\pm$ 0.01 ^{bc,B}	0.23 $\pm$ 0.04 ^{cd,AB}	0.26 $\pm$ 0.04 ^{d,B}
		15	0.13 $\pm$ 0.01 ^{a,AB}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.27 $\pm$ 0.02 ^{b,C}	0.31 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.30 $\pm$ 0.00 ^{b,BC}
		30	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.33 $\pm$ 0.02 ^{cd,D}	0.21 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.27 $\pm$ 0.04 ^{bc,B}	0.36 $\pm$ 0.03 ^{d,C}
		60	0.15 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.19 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.18 $\pm$ 0.02 ^{bc,A}	0.15 $\pm$ 0.00 ^{b,A}
		90	0.16 $\pm$ 0.02 ^{a,B}	0.22 $\pm$ 0.00 ^{ab,C}	0.21 $\pm$ 0.02 ^{ab,B}	0.27 $\pm$ 0.04 ^{b,B}	0.25 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
1472	2,7-Dimetil-4,5-oktanediol	1	TE	1.16 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	1.87 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	1.38 $\pm$ 0.05 ^{b,E}	2.26 $\pm$ 0.06 ^{d,E}
		15	0.05 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	1.23 $\pm$ 0.15 ^{c,A}	1.28 $\pm$ 0.04 ^{c,B}	1.02 $\pm$ 0.03 ^{b,D}	1.15 $\pm$ 0.00 ^{b,C}
		30	TE	1.05 $\pm$ 0.06 ^{c,A}	0.65 $\pm$ 0.03 ^{b,A}	0.90 $\pm$ 0.03 ^{a,C}	1.35 $\pm$ 0.10 ^{c,D}
		60	TE	1.04 $\pm$ 0.05 ^{c,A}	0.71 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.56 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	0.96 $\pm$ 0.05 ^{c,B}
		90	TE	1.16 $\pm$ 0.04 ^{d,A}	0.67 $\pm$ 0.07 ^{c,A}	0.48 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
1482	2-Etilhekzanol	1	2.23 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	1.71 $\pm$ 0.25 ^{a,A}	1.84 $\pm$ 0.07 ^{ab,C}	1.86 $\pm$ 0.19 ^{ab,C}	2.22 $\pm$ 0.13 ^{b,A}
		15	1.19 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	1.65 $\pm$ 0.07 ^{bc,A}	1.53 $\pm$ 0.10 ^{b,B}	1.75 $\pm$ 0.08 ^{c,BC}	1.69 $\pm$ 0.03 ^{bc,AB}
		30	1.11 $\pm$ 0.00 ^{a,AB}	1.65 $\pm$ 0.12 ^{bc,A}	1.52 $\pm$ 0.03 ^{b,B}	1.59 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	1.74 $\pm$ 0.04 ^{c,AB}
		60	1.03 $\pm$ 0.03 ^{b,A}	1.56 $\pm$ 0.01 ^{c,A}	1.30 $\pm$ 0.13 ^{c,A}	0.73 $\pm$ 0.09 ^{a,A}	1.51 $\pm$ 0.16 ^{c,A}
		90	1.01 $\pm$ 0.12 ^{a,A}	1.64 $\pm$ 0.07 ^{c,A}	1.34 $\pm$ 0.02 ^{b,AB}	TE	1.89 $\pm$ 0.12 ^{d,B}
1550	1-Oktanöl	1	0.26 $\pm$ 0.02 ^{c,D}	0.18 $\pm$ 0.03 ^{b,A}	0.15 $\pm$ 0.01 ^{ab,AB}	0.15 $\pm$ 0.01 ^{ab,A}	0.13 $\pm$ 0.00 ^{a,A}
		15	0.14 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.19 $\pm$ 0.00 ^{c,A}	0.12 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.19 $\pm$ 0.02 ^{c,A}	0.25 $\pm$ 0.01 ^{d,B}
		30	0.22 $\pm$ 0.00 ^{a,C}	0.28 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.19 $\pm$ 0.02 ^{a,BC}	0.33 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.27 $\pm$ 0.00 ^{b,C}
		60	0.17 $\pm$ 0.02 ^{a,AB}	0.19 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.23 $\pm$ 0.02 ^{b,C}	0.28 $\pm$ 0.00 ^{c,B}	0.24 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
		90	0.18 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.20 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.28 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	0.31 $\pm$ 0.05 ^{b,B}	0.24 $\pm$ 0.01 ^{ab,B}
1651	1-Nonanol	1	0.24 $\pm$ 0.00 ^{ab,B}	0.41 $\pm$ 0.03 ^{d,C}	0.32 $\pm$ 0.01 ^{c,D}	0.22 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.28 $\pm$ 0.02 ^{bc,B}
		15	0.16 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.19 $\pm$ 0.01 ^{a,AB}	0.17 $\pm$ 0.01 ^{ab,B}	0.22 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.17 $\pm$ 0.00 ^{ab,A}
		30	0.20 $\pm$ 0.02 ^{a,AB}	0.25 $\pm$ 0.03 ^{ab,B}	0.26 $\pm$ 0.01 ^{ab,C}	0.33 $\pm$ 0.05 ^{bc,B}	0.40 $\pm$ 0.01 ^{c,C}
		60	0.22 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.21 $\pm$ 0.01 ^{b,AB}	0.12 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.42 $\pm$ 0.04 ^{d,C}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{c,C}
		90	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.16 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.13 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.46 $\pm$ 0.02 ^{c,C}	0.36 $\pm$ 0.04 ^{b,C}
1873	Benzen metanol	1	0.16 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.90 $\pm$ 0.23 ^{b,B}	TE	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	TE
		15	0.02 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.09 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.07 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.08 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.07 $\pm$ 0.01 ^{b,A}
		30	0.01 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	TE	0.05 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.07 $\pm$ 0.00 ^{c,B}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{d,B}
		60	0.06 $\pm$ 0.01 ^{ab,B}	0.05 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.08 $\pm$ 0.01 ^{bc,B}	0.08 $\pm$ 0.00 ^{c,A}
		90	0.05 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
1913	Benzen etanol	1	TE	2.81 $\pm$ 0.07 ^{b,B}	2.81 $\pm$ 0.09 ^{b,A}	2.23 $\pm$ 0.13 ^{a,A}	4.47 $\pm$ 0.31 ^{c,B}
		15	0.25 $\pm$ 0.04 ^{a,B}	3.75 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	2.52 $\pm$ 0.45 ^{b,A}	2.64 $\pm$ 0.04 ^{b,B}	4.36 $\pm$ 0.21 ^{d,B}
		30	0.15 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	1.98 $\pm$ 0.13 ^{b,A}	2.51 $\pm$ 0.10 ^{c,A}	4.74 $\pm$ 0.02 ^{d,C}	5.44 $\pm$ 0.10 ^{e,C}
		60	0.89 $\pm$ 0.15 ^{a,C}	1.80 $\pm$ 0.13 ^{b,A}	2.62 $\pm$ 0.13 ^{c,A}	4.83 $\pm$ 0.07 ^{e,C}	3.61 $\pm$ 0.05 ^{d,A}
		90	1.22 $\pm$ 0.02 ^{a,D}	1.91 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	5.83 $\pm$ 0.06 ^{d,B}	7.34 $\pm$ 0.30 ^{e,D}	3.16 $\pm$ 0.05 ^{c,A}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.4. Aldehit ve ketonlar

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde toplam 5 adet aldehit ve 9 adet keton bileşiği saptanmış ve sonuçlar Çizelge 4.18’de sunulmuştur. Beyaz peyniri örneklerinde olgunlaşma boyunca aldehit ve keton miktarlarında değişiklik gözlemlenmiştir. Beyaz peynirlerde aldehit bileşikleri arasından nonanal ve benzaldehit diğer bileşiklere göre daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), nonanal’ın lipid metabolizması sonucu meydana geldiğini ve peynire çimen kokusu verdiğini belirtmişlerdir. Benzaldehit’in Phe amino asidinin parçalanması sonucu

oluştugu ve peynire acıbadem aroması verdiği belirtilmiştir (Yvon ve Rijnen, 2001; Avşar vd., 2011). Singh vd. (2003), asetofenon'un Phe amino asidinin parçalanması sonucu meydana geldiğini ve peynire badem, nemli ve zamk aroması verdiğini belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın son günlerinde DH ve KM peynir örneklerine ait Phe miktarının diğer örneklere göre düşük çıkması (Çizelge 4.20) ve aynı örneklere benzaldehit ve asetofenon miktarının fazla olması araştırmacıların ifadesine uyum sağlamaktadır. Beyaz peynir örneklerindeki keton bileşikleri arasından aseton, 2-bütanon, 2-heptanon ve asetoin daha yüksek bulunmuştur. Avşar vd. (2011), asetoin'in karbohidrat ve lipid metabolizması sonucu meydana geldiğini ve peynire asitlenmiş süt kokusu verdiğini belirtmişlerdir. 2-Heptanon miktarı olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde maya kültürü katılmamış CC peynirinde daha yüksek bulunmuştur. Kesenkaş (2005), Beyaz peyniri örneklerinde düz zincirli aldehitlerin daha fazla tespit edildiğini belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca sadece *Y. lipolytica* veya *D. hansenii* kullanılan peynirlerde oktanal ve *K. marxianus* içeren ve kontrol peynirde benzaldehit bulunduğunu ifade etmiştir. şahingil (2012), olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde 2-nonanon, 2-heptanon, 2-pentanon ve asetoin en çok rastlanan metil ketonlar olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca olgunlaşma süresince 2-pentanon, 2-heptanon ve 2-nonanon miktarının arttığını ancak asetoin, 2-bütanon'un ve diasetil miktarında azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Araştırmacılar Beyaz peynir örneklerinde düz zincirli aldehitlerin daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar düz zincirli aldehitlerin çoğunlukla doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile ve dallanmış zincirli aldehitlerin ise çoğunlukla amino asitlerin transaminasyonu sonucu oluşan imitlerin (monobazik asit amonyak) dekarboksilasyonu ile oluşabildiğini belirtmişlerdir. Çalışmada dallanmış zincirli aldehitlerin daha fazla olması Beyaz peynir örneklerinde aldehitlerin oluşumunda protein metabolizmasının rol oynadığını göstermektedir. Padilla vd. (2014), *D. hansenii*'nin esas olarak dallanmış zincirli aldehitler ve alkoller ürettiğini belirtmişlerdir. Gkatzionis vd. (2009), tek başına *Y. lipolytica*, Stilton peynir aromasına önemli katkı sağlayan keton bileşiklerinin üretiminde önemli rol aldığını belirtmişlerdir. Martin vd. (2001), *Y. lipolytica*'nın yüksek aseton, 2-bütanon ve 2-pentanon ve *D. hansenii*'nin yüksek 2-metil propanal ve 3-metil bütanal üretimi ile karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Leclercq-Perlat vd. (2004), *K. marxianus*'nin asetaldehit, heksanal, nonanal ve dekanal ve *D. hansenii*'nin gül kokusu veren metil ketonların üretimi ile karakterize edildiğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda genel

olarak aldehit ve keton bileşiklerinin oluşumunda *Y. lipolytica* maya kültürünün daha etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve keton bileşikleri ($\mu\text{g}/100$ g peynir, n=2)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
794	2-Propanon (Aseton)	1	1.57±0.04 ^{c,C}	0.15±0.02 ^{a,A}	1.51±0.09 ^{c,D}	1.77±0.07 ^{d,A}	0.86±0.03 ^{b,A}
		15	2.43±0.14 ^{d,D}	1.03±0.13 ^{a,B}	1.51±0.02 ^{b,D}	1.55±0.05 ^{bc,A}	1.78±0.09 ^{c,B}
		30	0.60±0.04 ^{a,A}	0.99±0.01 ^{ab,B}	1.10±0.05 ^{b,C}	1.42±0.17 ^{bc,A}	1.56±0.33 ^{c,B}
		60	0.73±0.00 ^{a,AB}	1.34±0.10 ^{b,C}	0.74±0.07 ^{a,A}	1.61±0.27 ^{b,A}	1.46±0.11 ^{b,B}
		90	0.88±0.01 ^{a,B}	1.57±0.18 ^{bc,C}	0.91±0.06 ^{a,B}	1.76±0.09 ^{c,A}	1.46±0.07 ^{b,B}
884	2-Bütanon	1	1.54±0.08 ^{ab,B}	3.71±0.05 ^{c,B}	0.69±0.02 ^{a,A}	1.84±0.01 ^{b,D}	1.16±0.02 ^{ab,C}
		15	1.30±0.03 ^{c,A}	1.67±0.04 ^{d,A}	0.86±0.05 ^{a,B}	1.09±0.11 ^{b,B}	0.73±0.02 ^{a,A}
		30	1.40±0.06 ^{c,A}	1.42±0.08 ^{c,A}	0.89±0.02 ^{ab,B}	0.71±0.14 ^{a,A}	0.95±0.05 ^{b,B}
		60	1.35±0.01 ^{a,A}	1.53±0.00 ^{b,A}	1.50±0.01 ^{b,C}	1.44±0.04 ^{ab,C}	1.53±0.08 ^{b,D}
		90	1.41±0.04 ^{b,AB}	1.84±0.02 ^{c,A}	1.41±0.08 ^{b,C}	1.50±0.09 ^{b,C}	1.23±0.02 ^{a,C}
903	3-Metil-1-bütanal	1	0.05±0.00 ^{a,A}	0.34±0.02 ^{d,C}	0.25±0.01 ^{c,D}	0.23±0.01 ^{c,C}	0.14±0.00 ^{b,A}
		15	0.02±0.00 ^{a,A}	0.23±0.01 ^{c,B}	0.28±0.00 ^{d,E}	0.12±0.01 ^{b,A}	0.28±0.02 ^{d,B}
		30	0.07±0.01 ^{a,A}	0.17±0.01 ^{b,A}	0.16±0.00 ^{b,B}	0.13±0.02 ^{ab,AB}	0.15±0.04 ^{b,A}
		60	0.36±0.02 ^{b,B}	0.16±0.01 ^{a,A}	0.11±0.01 ^{a,A}	0.15±0.02 ^{a,B}	0.40±0.08 ^{b,C}
		90	0.46±0.09 ^{b,C}	0.4±0.01 ^{b,D}	0.22±0.00 ^{a,C}	0.21±0.01 ^{a,C}	0.14±0.05 ^{a,A}
966	2-Pentanon	1	1.70±0.07 ^{ab,C}	3.27±0.12 ^{c,D}	1.45±0.02 ^{a,D}	2.15±0.03 ^{b,D}	1.45±0.49 ^{a,C}
		15	1.47±0.01 ^{c,B}	1.15±0.13 ^{b,B}	0.93±0.01 ^{a,C}	1.00±0.01 ^{ab,C}	0.87±0.09 ^{a,ABC}
		30	0.98±0.07 ^{d,A}	0.55±0.02 ^{ab,A}	0.57±0.02 ^{b,B}	0.46±0.01 ^{a,A}	0.70±0.03 ^{c,A}
		60	0.88±0.02 ^{d,A}	0.73±0.05 ^{c,A}	0.45±0.02 ^{a,A}	0.63±0.05 ^{b,B}	0.84±0.01 ^{d,ABC}
		90	0.88±0.04 ^{c,A}	1.43±0.15 ^{d,C}	0.44±0.00 ^{a,A}	0.67±0.05 ^{b,B}	1.36±0.05 ^{d,BC}
1071	Hekzanal	1	0.62±0.01 ^{b,D}	0.28±0.03 ^{a,A}	0.77±0.04 ^{d,C}	0.67±0.05 ^{bc,D}	0.71±0.01 ^{cd,E}
		15	0.70±0.00 ^{c,E}	0.95±0.02 ^{d,C}	0.55±0.03 ^{a,B}	0.59±0.02 ^{b,C}	0.52±0.00 ^{a,C}
		30	0.50±0.03 ^{c,C}	0.51±0.02 ^{c,B}	0.18±0.03 ^{a,A}	0.41±0.01 ^{b,B}	0.57±0.01 ^{d,D}
		60	0.35±0.02 ^{c,B}	0.29±0.04 ^{bc,A}	0.19±0.01 ^{a,A}	0.35±0.03 ^{c,AB}	0.28±0.02 ^{b,B}
		90	0.26±0.02 ^{c,A}	0.30±0.01 ^{c,A}	0.15±0.02 ^{a,A}	0.3±0.01 ^{c,A}	0.21±0.01 ^{b,A}
1172	2-Heptanon	1	2.58±0.00 ^{ab,A}	2.50±0.11 ^{a,C}	2.97±0.14 ^{bc,C}	3.05±0.05 ^{c,E}	2.63±0.33 ^{abc,A}
		15	2.63±0.01 ^{bc,A}	3.39±0.17 ^{d,D}	2.84±0.10 ^{c,C}	2.30±0.01 ^{a,D}	2.52±0.10 ^{ab,A}
		30	2.47±0.15 ^{b,A}	1.39±0.33 ^{a,AB}	2.56±0.15 ^{b,B}	1.38±0.10 ^{a,A}	4.25±0.22 ^{c,B}
		60	3.52±0.12 ^{d,B}	1.30±0.04 ^{a,A}	1.49±0.04 ^{ab,A}	1.57±0.06 ^{b,B}	2.36±0.09 ^{c,A}
		90	3.21±0.26 ^{d,B}	1.84±0.03 ^{b,B}	1.49±0.04 ^{a,A}	1.86±0.04 ^{b,C}	2.70±0.07 ^{c,A}
1220	4-Oktanon	1	0.32±0.00 ^{a,C}	0.40±0.11 ^{ab,BC}	0.41±0.01 ^{ab,B}	0.47±0.04 ^{b,B}	0.32±0.05 ^{ab,A}
		15	0.26±0.04 ^{ab,B}	0.20±0.03 ^{a,A}	0.52±0.02 ^{c,C}	TE	0.27±0.01 ^{b,A}
		30	0.19±0.00 ^{a,A}	0.28±0.04 ^{b,AB}	0.42±0.02 ^{c,B}	0.42±0.01 ^{c,AB}	0.79±0.07 ^{d,D}
		60	0.32±0.02 ^{b,C}	0.48±0.01 ^{d,B}	0.22±0.00 ^{a,A}	0.37±0.03 ^{c,A}	0.46±0.02 ^{d,B}
		90	0.33±0.01 ^{b,C}	0.43±0.02 ^{d,BC}	0.24±0.02 ^{a,A}	0.37±0.00 ^{c,A}	0.56±0.00 ^{e,C}
1279	Oktanal	1	0.48±0.01 ^{b,BC}	0.71±0.04 ^{c,E}	0.54±0.01 ^{b,C}	0.67±0.02 ^{c,C}	0.35±0.03 ^{a,B}
		15	0.56±0.08 ^{a,C}	0.62±0.01 ^{a,D}	0.63±0.01 ^{a,D}	0.56±0.03 ^{a,B}	0.64±0.03 ^{a,D}
		30	0.25±0.00 ^{a,A}	0.47±0.00 ^{b,B}	0.55±0.01 ^{c,C}	0.60±0.01 ^{d,B}	0.55±0.03 ^{c,C}
		60	0.40±0.00 ^{c,AB}	0.54±0.00 ^{d,C}	0.38±0.01 ^{bc,B}	0.27±0.02 ^{a,A}	0.35±0.02 ^{b,B}
		90	0.45±0.04 ^{d,B}	0.35±0.01 ^{c,A}	0.17±0.02 ^{a,A}	0.30±0.00 ^{c,A}	0.25±0.00 ^{b,A}

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve keton bileşikleri ($\mu\text{g}/100$ g peynir, $n=2$) (devam)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1285	Asetoin	1	14.52 $\pm$ 1.92 ^{c,B}	9.14 $\pm$ 0.36 ^{b,C}	7.91 $\pm$ 1.11 ^{b,B}	1.24 $\pm$ 0.11 ^{a,AB}	9.01 $\pm$ 0.41 ^{b,B}
		15	3.98 $\pm$ 0.29 ^{c,A}	1.61 $\pm$ 0.11 ^{b,AB}	1.10 $\pm$ 0.12 ^{a,A}	1.89 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.72 $\pm$ 0.02 ^{a,A}
		30	2.40 $\pm$ 0.18 ^{d,A}	1.76 $\pm$ 0.13 ^{c,AB}	1.10 $\pm$ 0.08 ^{b,A}	3.10 $\pm$ 0.30 ^{e,D}	0.48 $\pm$ 0.08 ^{a,A}
		60	3.90 $\pm$ 0.05 ^{d,A}	1.83 $\pm$ 0.15 ^{c,B}	0.39 $\pm$ 0.10 ^{a,A}	1.04 $\pm$ 0.05 ^{b,A}	0.26 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		90	3.88 $\pm$ 0.04 ^{e,A}	1.24 $\pm$ 0.15 ^{c,A}	0.50 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	1.60 $\pm$ 0.08 ^{d,BC}	0.25 $\pm$ 0.03 ^{a,A}
1332	6-Metil-5-hepten-2-on	1	0.64 $\pm$ 0.07 ^{a,B}	0.56 $\pm$ 0.05 ^{a,B}	1.60 $\pm$ 0.07 ^{c,D}	1.32 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	1.26 $\pm$ 0.11 ^{b,D}
		15	1.24 $\pm$ 0.11 ^{c,C}	1.79 $\pm$ 0.11 ^{d,D}	0.67 $\pm$ 0.00 ^{a,C}	0.92 $\pm$ 0.07 ^{b,C}	0.97 $\pm$ 0.03 ^{b,C}
		30	0.70 $\pm$ 0.07 ^{a,B}	1.21 $\pm$ 0.10 ^{b,C}	1.58 $\pm$ 0.03 ^{c,D}	0.71 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	1.07 $\pm$ 0.04 ^{b,C}
		60	0.57 $\pm$ 0.04 ^{bc,B}	0.33 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.25 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.66 $\pm$ 0.05 ^{c,B}	0.47 $\pm$ 0.02 ^{b,B}
		90	0.20 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.16 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.49 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	0.49 $\pm$ 0.08 ^{c,A}	0.31 $\pm$ 0.02 ^{b,A}
1385	2-Nonanon	1	0.25 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.32 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.27 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.32 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.42 $\pm$ 0.01 ^{c,B}
		15	0.20 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.20 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.18 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.30 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.33 $\pm$ 0.01 ^{b,A}
		30	0.36 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.36 $\pm$ 0.02 ^{bc,BC}	0.28 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.37 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.63 $\pm$ 0.02 ^{c,D}
		60	0.34 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	0.37 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	0.35 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.42 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.47 $\pm$ 0.01 ^{c,C}
		90	0.77 $\pm$ 0.02 ^{d,D}	0.37 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.48 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	0.54 $\pm$ 0.02 ^{c,D}	0.49 $\pm$ 0.02 ^{b,C}
1388	Nonanal	1	1.77 $\pm$ 0.06 ^{c,E}	1.13 $\pm$ 0.07 ^{b,A}	1.08 $\pm$ 0.04 ^{b,B}	1.79 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	0.76 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		15	1.31 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	1.86 $\pm$ 0.17 ^{bc,B}	1.99 $\pm$ 0.01 ^{c,D}	1.71 $\pm$ 0.08 ^{b,C}	1.30 $\pm$ 0.10 ^{a,B}
		30	0.69 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	1.42 $\pm$ 0.38 ^{b,AB}	1.42 $\pm$ 0.08 ^{b,C}	1.78 $\pm$ 0.05 ^{b,C}	1.53 $\pm$ 0.09 ^{b,C}
		60	1.10 $\pm$ 0.11 ^{a,B}	1.37 $\pm$ 0.12 ^{b,AB}	1.89 $\pm$ 0.08 ^{c,D}	1.28 $\pm$ 0.08 ^{ab,B}	1.37 $\pm$ 0.01 ^{b,AB}
		90	1.55 $\pm$ 0.05 ^{e,D}	0.94 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.67 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	1.09 $\pm$ 0.09 ^{c,A}	1.38 $\pm$ 0.01 ^{d,AB}
1527	Benzaldehit	1	1.00 $\pm$ 0.06 ^{a,B}	1.41 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.98 $\pm$ 0.05 ^{a,D}	1.20 $\pm$ 0.12 ^{ab,BC}	1.20 $\pm$ 0.15 ^{ab,B}
		15	1.10 $\pm$ 0.22 ^{a,B}	1.70 $\pm$ 0.01 ^{c,D}	1.13 $\pm$ 0.00 ^{a,E}	1.06 $\pm$ 0.05 ^{a,B}	1.40 $\pm$ 0.06 ^{b,B}
		30	0.67 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	1.21 $\pm$ 0.25 ^{b,C}	0.65 $\pm$ 0.04 ^{a,C}	1.34 $\pm$ 0.07 ^{b,C}	1.67 $\pm$ 0.08 ^{c,C}
		60	0.98 $\pm$ 0.00 ^{d,B}	0.47 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.30 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.76 $\pm$ 0.08 ^{c,A}	0.82 $\pm$ 0.10 ^{c,A}
		90	0.53 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.13 $\pm$ 0.03 ^{a,A}	0.72 $\pm$ 0.01 ^{c,A}	0.58 $\pm$ 0.05 ^{b,A}
1660	Asetofenon	1	0.13 $\pm$ 0.00 ^{ab,B}	0.22 $\pm$ 0.03 ^{c,B}	0.17 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.12 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.16 $\pm$ 0.01 ^{ab,C}
		15	0.12 $\pm$ 0.02 ^{a,AB}	0.13 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.09 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		30	0.09 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.18 $\pm$ 0.03 ^{b,B}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.18 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.13 $\pm$ 0.01 ^{a,B}
		60	0.09 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.07 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.29 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.14 $\pm$ 0.02 ^{b,B}
		90	TE	TE	TE	0.32 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.13 $\pm$ 0.00 ^{a,B}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.5. Alkanlar

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerine ait 14 adet alkan bileşiği saptanmış olup, bu bileşiklerin peynirlerdeki miktarları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Garde vd. (2005), alkanların yemlerden gelebileceği gibi yağ asidi oksidasyonu yoluyla da oluşabileceğini belirtmişlerdir. Beyaz peyniri örneklerinde olgunlaşma boyunca alkan miktarlarında değişiklikler saptanmıştır. Olgunlaşma boyunca tüm Beyaz peynir örneklerinde alkan bileşikleri arasından dekan miktarı daha yüksek bulunmuştur. Heptan genelde KM örneğinde daha fazla bulunmakla birlikte olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde YL, SC ve DH örneklerinde tespit edilememiştir. Dekan miktarı diğer Beyaz peynir örneklerine göre olgunlaşmanın ilk gününde DH

peynirinde ve olgunlaşmanın diğer günlerinde YL peynirinde daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Izco ve Torre (2000), Roncal peynirinde pentan ve hekzan alkan bileşiklerini saptamışlardır. Araştırmada laktasyon periyodu ilkbahar ve yaz mevsimi döneminde üretilen peynirlerin alkan bileşiklerinin kış mevsiminde üretilen peynirlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kesenkaş (2005), Beyaz peynir örneklerinde dekan bileşiğinin önemli hidrokarbon bileşikleri arasında olduğunu ifade etmiştir. Garde vd. (2007), *Lactobacillus helveticus* kültürü ile bakteriyosin üreten ve üretmeyen *L. lactis* subsp. *lactis* kültürlerini ayrı ayrı ve birlikte kullanarak Hispánico peyniri üretimini gerçekleştirmiş ve bu peynirde olgunlaşmanın 25. ve 50. günlerinde aroma bileşiklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar peynir örneklerinde pentan, hekzan, heptane ve oktan gibi alkan bileşiklerini saptamış ve olgunlaşma ile alkan miktarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada alkan bileşikleri arasında hekzan miktarının daha fazla olduğunu saptanmıştır. Abilleira vd. (2010), yaz ve kış mevsimlerinde üretilen Idiazabal peynirlerinin 180 gün olgunlaşma sonunda 1,2,4-trimetil siklopentan, 2,2,4,6,6-pentametil heptan ve undekan alkan bileşiklerini saptamış ve bu bileşiklerin miktarında peynirlerin üretildiği mevsiminin etkisinin önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkan bileşikleri ($\mu\text{g}/100$ g peynir, n=2)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
703	Heptan	1	1.44 $\pm$ 0.15 ^{a,D}	1.98 $\pm$ 0.10 ^{b,C}	2.67 $\pm$ 0.11 ^{c,B}	2.95 $\pm$ 0.19 ^{d,B}	2.44 $\pm$ 0.01 ^{c,E}
		15	0.64 $\pm$ 0.14 ^{a,B}	1.30 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.62 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	1.07 $\pm$ 0.20 ^{b,A}	1.98 $\pm$ 0.06 ^{c,D}
		30	0.34 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.49 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	TE	1.39 $\pm$ 0.35 ^{c,A}	2.73 $\pm$ 0.02 ^{d,C}
		60	1.17 $\pm$ 0.08 ^{a,C}	TE	TE	TE	1.62 $\pm$ 0.02 ^{b,B}
		90	0.24 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	TE	TE	TE	1.46 $\pm$ 0.04 ^{b,A}
801	Oktan	1	0.20 $\pm$ 0.00 ^{a,D}	1.78 $\pm$ 0.04 ^{c,D}	0.31 $\pm$ 0.01 ^{b,D}	0.35 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.25 $\pm$ 0.00 ^{a,E}
		15	0.20 $\pm$ 0.00 ^{c,D}	0.18 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.08 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.21 $\pm$ 0.03 ^{c,D}
		30	0.15 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{b,AB}	0.15 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.08 $\pm$ 0.00 ^{a,AB}	0.15 $\pm$ 0.00 ^{c,C}
		60	0.08 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.07 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{c,B}
		90	0.07 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.06 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.08 $\pm$ 0.00 ^{c,B}	0.06 $\pm$ 0.00 ^{b,A}
829	4,4-Dimetil-undekan	1	0.13 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	0.17 $\pm$ 0.01 ^{b,E}	0.27 $\pm$ 0.03 ^{d,D}	0.37 $\pm$ 0.01 ^{d,E}	0.19 $\pm$ 0.01 ^{b,C}
		15	0.11 $\pm$ 0.00 ^{c,BC}	0.09 $\pm$ 0.00 ^{b,D}	0.15 $\pm$ 0.00 ^{d,C}	0.06 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{c,AB}
		30	0.09 $\pm$ 0.00 ^{c,B}	0.07 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.08 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.03 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.09 $\pm$ 0.00 ^{c,A}
		60	0.07 $\pm$ 0.00 ^{c,A}	0.06 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,AB}	0.12 $\pm$ 0.00 ^{d,C}	0.12 $\pm$ 0.00 ^{d,B}
		90	0.05 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.15 $\pm$ 0.00 ^{c,D}	0.17 $\pm$ 0.01 ^{d,C}
943	4-Metil-nonan	1	0.13 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.87 $\pm$ 0.01 ^{b,D}	0.93 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.17 $\pm$ 0.04 ^{a,A}	0.15 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		15	0.20 $\pm$ 0.01 ^{b,B}	0.23 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.14 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.31 $\pm$ 0.00 ^{c,C}	0.24 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
		30	0.22 $\pm$ 0.02 ^{a,BC}	0.21 $\pm$ 0.03 ^{a,BC}	0.33 $\pm$ 0.02 ^{b,B}	0.22 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.25 $\pm$ 0.01 ^{a,BC}
		60	0.23 $\pm$ 0.01 ^{c,BC}	0.12 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.18 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.19 $\pm$ 0.00 ^{b,AB}	0.26 $\pm$ 0.00 ^{d,C}
		90	0.24 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	0.18 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.17 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	0.14 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.16 $\pm$ 0.00 ^{ab,A}

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
947	2,2,4,6,6-Pentametil-heptan	1	0.23±0.04 ^{a,BC}	0.84±0.03 ^{d,C}	0.35±0.00 ^{b,D}	0.40±0.04 ^{b,C}	0.64±0.02 ^{c,D}
		15	0.28±0.01 ^{b,C}	0.36±0.04 ^{c,B}	0.41±0.00 ^{c,E}	0.22±0.00 ^{a,B}	0.31±0.02 ^{b,C}
		30	0.16±0.01 ^{a,A}	0.20±0.00 ^{b,A}	0.17±0.01 ^{a,C}	0.23±0.01 ^{c,B}	0.34±0.01 ^{d,C}
		60	0.19±0.03 ^{b,AB}	0.22±0.02 ^{b,A}	0.14±0.00 ^{a,B}	0.11±0.03 ^{a,A}	0.23±0.02 ^{b,B}
		90	0.26±0.02 ^{c,C}	0.17±0.00 ^{d,A}	0.02±0.00 ^{a,A}	0.08±0.01 ^{b,A}	0.11±0.00 ^{c,A}
953	3-Metil-nonan	1	0.19±0.01 ^{a,AB}	0.21±0.01 ^{a,B}	0.67±0.03 ^{d,C}	0.32±0.00 ^{b,A}	0.58±0.01 ^{c,D}
		15	0.29±0.01 ^{bc,D}	0.25±0.00 ^{b,C}	0.26±0.03 ^{ab,B}	0.31±0.03 ^{c,A}	0.19±0.01 ^{a,A}
		30	0.18±0.00 ^{a,A}	0.28±0.00 ^{bc,D}	0.24±0.02 ^{b,B}	0.29±0.04 ^{c,A}	0.35±0.01 ^{d,C}
		60	0.21±0.00 ^{b,C}	0.18±0.00 ^{a,A}	0.17±0.02 ^{a,B}	0.28±0.00 ^{d,A}	0.25±0.01 ^{c,B}
		90	0.20±0.02 ^{a,BC}	0.19±0.00 ^{a,A}	0.23±0.02 ^{a,AB}	0.60±0.05 ^{c, B}	0.36±0.04 ^{b,C}
999	Dekan	1	3.57±0.04 ^{c,E}	1.97±0.03 ^{a,A}	2.62±0.19 ^{b,D}	3.60±0.13 ^{c,D}	2.73±0.01 ^{b,C}
		15	2.39±0.06 ^{a,D}	3.25±0.15 ^{b,D}	2.21±0.01 ^{a,C}	2.32±0.15 ^{a,B}	3.02±0.02 ^{b,D}
		30	1.25±0.04 ^{a,A}	3.45±0.19 ^{d,D}	2.82±0.10 ^{c,D}	2.69±0.08 ^{bc,C}	2.37±0.23 ^{b,B}
		60	1.87±0.03 ^{a,C}	2.86±0.03 ^{c,C}	1.83±0.09 ^{a,B}	2.59±0.08 ^{b,BC}	1.80±0.06 ^{a,A}
		90	1.60±0.07 ^{b,B}	2.36±0.17 ^{d,B}	1.15±0.11 ^{a,A}	1.84±0.09 ^{bc,A}	1.98±0.03 ^{c,A}
1006	2,5-Dimetil-dodekan	1	0.08±0.01 ^{a,B}	0.14±0.00 ^{b,B}	0.14±0.01 ^{b,C}	0.25±0.02 ^{c,C}	0.09±0.00 ^{a,C}
		15	0.24±0.02 ^{c,C}	0.40±0.02 ^{d,C}	0.18±0.00 ^{b,D}	0.07±0.01 ^{a,B}	0.07±0.01 ^{a,B}
		30	0.05±0.00 ^{b,A}	0.03±0.00 ^{a,A}	0.11±0.01 ^{d,B}	0.37±0.00 ^{e,D}	0.09±0.01 ^{c,C}
		60	TE	0.02±0.00 ^{ab,A}	0.02±0.00 ^{a,A}	0.03±0.00 ^{ab,A}	0.03±0.00 ^{b,A}
		90	TE	TE	TE	TE	TE
1019	4-Bütil-2-metil-oktan	1	0.12±0.01 ^{a,B}	0.21±0.01 ^{b,B}	0.25±0.02 ^{c,D}	0.12±0.01 ^{a,B}	0.18±0.02 ^{b,B}
		15	0.15±0.00 ^{a,C}	0.26±0.02 ^{c,C}	0.19±0.02 ^{b,C}	0.12±0.00 ^{a,B}	0.12±0.02 ^{a,A}
		30	0.08±0.01 ^{a,A}	0.14±0.02 ^{bc,A}	0.10±0.00 ^{ab,B}	0.19±0.01 ^{c,C}	0.25±0.03 ^{d,C}
		60	0.07±0.00 ^{a,A}	0.21±0.01 ^{c,B}	0.07±0.01 ^{ab,A}	0.07±0.00 ^{a,A}	0.11±0.00 ^{b,A}
		90	0.21±0.01 ^{a,D}	TE	TE	TE	TE
1039	5,6-Dimetil-undekan	1	0.35±0.03 ^{a,A}	0.31±0.01 ^{a,A}	0.38±0.00 ^{ab,B}	0.64±0.04 ^{b,D}	1.13±0.07 ^{c,B}
		15	0.35±0.02 ^{c,A}	0.28±0.01 ^{b,A}	0.55±0.00 ^{d,C}	0.23±0.02 ^{a,A}	0.23±0.01 ^{a,A}
		30	0.36±0.01 ^{a,A}	0.51±0.05 ^{a,B}	0.34±0.03 ^{a,B}	0.45±0.01 ^{a,C}	2.44±0.18 ^{b,C}
		60	0.32±0.01 ^{b,A}	0.67±0.02 ^{c,C}	0.23±0.03 ^{a,A}	0.32±0.00 ^{b,B}	0.25±0.02 ^{a,A}
		90	0.32±0.02 ^{b,A}	TE	TE	TE	0.05±0.00 ^{a,A}
1042	2,6,10-Trimetil-dodekan	1	0.11±0.01 ^{a,B}	0.13±0.02 ^{a,B}	TE	0.33±0.04 ^{b,C}	0.16±0.01 ^{a,C}
		15	0.17±0.01 ^{b,D}	0.24±0.02 ^{c,C}	0.16±0.01 ^{b,C}	0.14±0.02 ^{b,B}	0.04±0.00 ^{a,A}
		30	0.15±0.00 ^{b,CD}	0.22±0.01 ^{c,C}	0.04±0.00 ^{a,B}	0.22±0.00 ^{c,B}	TE
		60	0.12±0.03 ^{d,BC}	0.05±0.00 ^{b,A}	0.01±0.00 ^{a,A}	0.03±0.00 ^{ab,A}	0.09±0.00 ^{c,B}
		90	0.06±0.00 ^{a,A}	TE	TE	TE	TE
1052	5-(1-Metilpropil)-nonan	1	0.03±0.00 ^{b,A}	0.03±0.00 ^{a,B}	TE	0.05±0.00 ^{c,AB}	0.03±0.00 ^{a,A}
		15	0.03±0.00 ^{a,A}	0.09±0.00 ^{e,D}	0.08±0.00 ^{d,D}	0.05±0.00 ^{c,AB}	0.05±0.00 ^{b,B}
		30	0.03±0.00 ^{a,A}	0.03±0.00 ^{a,B}	0.06±0.00 ^{b,C}	0.07±0.00 ^{c,AB}	0.18±0.01 ^{d,C}
		60	0.02±0.00 ^{a,B}	0.04±0.00 ^{c,C}	0.03±0.00 ^{b,B}	0.03±0.00 ^{b,B}	0.02±0.00 ^{a,A}
		90	0.03±0.00 ^{c,A}	0.02±0.00 ^{a,A}	0.02±0.00 ^{b,A}	0.02±0.00 ^{ab,A}	TE
1067	4,6-Dimetil-dodekan	1	0.12±0.01 ^{a,B}	0.23±0.02 ^{b,B}	0.20±0.01 ^{b,B}	0.35±0.04 ^{c,A}	0.21±0.03 ^{b,C}
		15	0.43±0.01 ^{a,D}	0.38±0.05 ^{a,C}	0.37±0.02 ^{a,D}	0.42±0.03 ^{a,B}	0.43±0.01 ^{a,D}
		30	0.31±0.02 ^{b,C}	0.23±0.02 ^{a,B}	0.50±0.01 ^{d,E}	0.39±0.03 ^{c,C}	0.23±0.00 ^{a,C}
		60	0.14±0.01 ^{b,B}	0.13±0.00 ^{b,A}	0.26±0.01 ^{c,C}	0.11±0.01 ^{a,BC}	0.12±0.01 ^{ab,B}
		90	0.03±0.00 ^{a,A}	0.09±0.00 ^{b,A}	0.04±0.00 ^{a,A}	0.10±0.01 ^{b,A}	0.04±0.00 ^{a,A}
1078	4,6-Dimetil-undekan	1	0.10±0.00 ^{a,C}	0.41±0.09 ^{b,B}	0.06±0.00 ^{a,AB}	0.11±0.01 ^{a,A}	0.07±0.00 ^{a,A}
		15	0.05±0.01 ^{a,A}	0.15±0.00 ^{cd,A}	0.13±0.01 ^{c,C}	0.10±0.01 ^{b,C}	0.16±0.00 ^{d,B}
		30	0.08±0.00 ^{a,B}	0.11±0.01 ^{b,A}	0.14±0.00 ^{c,C}	0.10±0.00 ^{b,BC}	0.13±0.01 ^{c,B}
		60	0.10±0.01 ^{c,C}	0.08±0.00 ^{b,A}	0.05±0.00 ^{a,A}	0.09±0.01 ^{bc,BC}	0.06±0.00 ^{a,A}
		90	0.06±0.00 ^{a,A}	0.06±0.00 ^{a,A}	0.07±0.00 ^{b,B}	0.06±0.01 ^{a,B}	0.05±0.00 ^{a,A}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.6. Terpenler

Olgunlaşma süresince Beyaz peynirlerde 7 adet terpen bileşiği saptanmış olup, bu bileşiklerin Beyaz peynir örneklerindeki miktarları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Beyaz peyniri örneklerinde olgunlaşma boyunca terpen bileşikleri miktarlarında değişiklikler saptanmıştır. Terpen bileşikleri arasından DL-limonen miktarı daha yüksek bulunmuştur. DL-limonen olgunlaşmanın 30. günü dışında olgunlaşma süresince DH peynirinde daha yüksek bulunmuştur. Ozturkoglu-Budak vd. (2016), Divle mağara peynirlerine ait terpen bileşikleri miktarında olgunlaşma boyunca dalgalanmalar olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada bu değişikliklerin terpenlerin uçucu bileşik özelliğinden olgunlaşma süresince peynir örneklerinde su kaybının sonucunda süt yağından türetilmesi ile açıklanmıştır. Süt ve ürünlerinde terpen bileşiklerinin yemlerden kaynaklandığı belirtilmiş olsa da mayalar tarafından mevalonat biyosentez veya 2-C-metil-D-eritritol-4-fosfat yolu ile de terpen bileşiklerinin üretilebileceği belirtilmiştir (Martin vd., 2001; Wyk vd., 2018). Nogueira vd. (2005), literatürde peynir tadı üzerinde seskiterpen ve terpenlerin önemli ölçüde etkisi olduğuna dair yeterli kanıt bulunamadığını ancak sadece limonenin birçok peynir türünde turuncu aromasıyla ilişkilendirildiğini belirtmiştir. Kesenkaş (2005), Beyaz peyniri örnekleri arasında hidrokarbon miktarlarının yakın olduğunu ve önemli hidrokarbon bileşikleri arasında limonen olduğunu belirtmiştir. Hayaloglu ve Karabulut (2010), Türkiye’de üretilen peynir çeşitlerinden Civil ve Van Otlı peynirlerinde daha yüksek miktarda terpen bileşiklerinin (özellikle limonen) olduğunu belirtmişlerdir. Valdivielso vd. (2017), peynirlerdeki terpen bileşiklerinin değişkenliğinin nedenlerini çoğunlukla meralardaki bitki çeşitliliği, laktasyon aşaması ve mera farklılığı ile mevsimsel beslenme değişimleri ve sürü yönetim sistemlerindeki farklılıklar ile açıklamışlardır. Curioni ve Bosset (2002), α -pinen ve linalool; Cornu vd. (2005), β -caryophyllene, α -pinen, β -pinen ve limonen; Bezerra vd. (2016), α -pinen ve karyofilen; Bozoudi vd. (2018), α -pinen, kampen ve limonen; Iranmanesh vd. (2018), dl-limonene ve γ -terpinen’in peynir örneklerinde saptanan major terpen bileşikleri olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinde saptanan terpen bileşikleri (µg/100 g peynir, n=2)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
1015	α -Pinen	1	1.06±0.01 ^{ab,C}	0.98±0.03 ^{a,C}	1.22±0.11 ^{bc,C}	1.73±0.09 ^{c,C}	1.28±0.00 ^{d,C}
		15	0.76±0.04 ^{a,B}	1.36±0.08 ^{d,D}	0.94±0.04 ^{c,B}	0.66±0.05 ^{a,B}	1.16±0.09 ^{c,C}
		30	0.66±0.10 ^{a,B}	0.79±0.03 ^{a,B}	1.00±0.14 ^{b,B}	0.72±0.03 ^{a,B}	1.27±0.04 ^{c,C}
		60	0.45±0.03 ^{a,A}	0.57±0.05 ^{b,A}	0.72±0.00 ^{c,A}	0.39±0.02 ^{a,A}	0.67±0.02 ^{c,A}
		90	0.79±0.07 ^{b,B}	0.61±0.01 ^{a,A}	0.55±0.00 ^{a,A}	0.60±0.04 ^{a,B}	0.91±0.02 ^{c,B}
1092	β -Pinen	1	0.74±0.06 ^{b,C}	0.05±0.01 ^{a,A}	0.13±0.01 ^{a,D}	1.08±0.07 ^{c,D}	1.78±0.05 ^{d,D}
		15	0.79±0.01 ^{d,C}	0.45±0.04 ^{b,B}	0.13±0.00 ^{a,D}	0.61±0.09 ^{c,C}	0.11±0.00 ^{a,AB}
		30	0.11±0.01 ^{a,B}	0.08±0.00 ^{a,A}	0.08±0.00 ^{a,C}	0.47±0.00 ^{b,B}	0.64±0.07 ^{c,C}
		60	0.03±0.00 ^{a,A}	0.08±0.01 ^{b,A}	0.06±0.00 ^{b,B}	0.08±0.01 ^{b,A}	0.20±0.01 ^{c,B}
		90	0.04±0.00 ^{a,A}	0.04±0.01 ^{a,A}	0.04±0.00 ^{a,A}	0.08±0.00 ^{b,A}	0.08±0.00 ^{b,A}
1133	3-Karen	1	0.51±0.02 ^{b,A}	0.29±0.06 ^{a,A}	0.70±0.03 ^{c,E}	0.36±0.06 ^{a,A}	0.57±0.05 ^{b,B}
		15	0.47±0.06 ^{a,A}	0.98±0.08 ^{c,C}	0.50±0.01 ^{a,D}	0.61±0.04 ^{b,C}	0.58±0.01 ^{ab,B}
		30	0.41±0.01 ^{a,A}	0.61±0.08 ^{b,B}	0.41±0.01 ^{a,C}	0.49±0.02 ^{a,B}	0.92±0.07 ^{c,C}
		60	0.47±0.00 ^{bc,A}	0.20±0.01 ^{a,A}	0.23±0.03 ^{a,A}	0.47±0.04 ^{c,B}	0.40±0.04 ^{b,A}
		90	0.49±0.10 ^{b,A}	0.33±0.02 ^{a,A}	0.34±0.02 ^{a,B}	0.35±0.01 ^{a,A}	0.49±0.03 ^{b,AB}
1147	β -Miresen	1	0.32±0.06 ^{a,A}	TE	1.38±0.18 ^{b,C}	1.36±0.09 ^{b,D}	0.46±0.05 ^{a,A}
		15	0.66±0.04 ^{a,C}	1.16±0.11 ^{b,B}	1.44±0.14 ^{c,C}	1.05±0.02 ^{b,C}	0.65±0.02 ^{a,B}
		30	0.65±0.05 ^{a,C}	0.76±0.22 ^{a,A}	0.84±0.20 ^{a,B}	1.02±0.02 ^{ab,BC}	1.23±0.07 ^{b,D}
		60	0.52±0.01 ^{ab,B}	0.94±0.08 ^{c,AB}	0.72±0.04 ^{bc,AB}	0.53±0.17 ^{ab,A}	0.36±0.03 ^{a,A}
		90	0.58±0.01 ^{a,BC}	0.80±0.14 ^{b,A}	0.41±0.01 ^{a,A}	0.82±0.04 ^{b,B}	0.79±0.04 ^{b,C}
1189	DL-Limonen	1	10.39±0.52 ^{a,B}	11.90±0.59 ^{ab,A}	12.65±0.30 ^{b,B}	18.14±0.58 ^{c,AB}	12.89±1.49 ^{b,B}
		15	15.03±0.30 ^{a,D}	14.92±0.58 ^{a,C}	16.67±0.28 ^{b,C}	17.07±0.63 ^{b,A}	17.04±0.51 ^{b,C}
		30	8.96±0.16 ^{a,A}	13.45±0.58 ^{c,B}	11.36±0.07 ^{b,A}	19.74±0.52 ^{d,B}	32.87±1.31 ^{e,D}
		60	10.53±0.25 ^{a,B}	15.81±0.31 ^{cd,C}	12.17±0.80 ^{ab,AB}	16.68±0.47 ^{d,A}	14.05±1.71 ^{bc,BC}
		90	12.44±0.55 ^{b,C}	15.22±0.62 ^{c,C}	12.21±0.35 ^{b,AB}	19.18±1.38 ^{d,B}	9.31±0.88 ^{a,A}
1237	γ -Terpinen	1	1.00±0.10 ^{a,C}	1.83±0.09 ^{d,C}	1.77±0.01 ^{d,E}	1.23±0.03 ^{b,C}	1.46±0.06 ^{c,C}
		15	1.07±0.01 ^{a,C}	1.68±0.06 ^{b,C}	1.19±0.05 ^{a,D}	1.69±0.22 ^{b,D}	0.94±0.02 ^{a,B}
		30	0.80±0.03 ^{b,B}	1.25±0.04 ^{c,B}	0.71±0.04 ^{a,C}	1.23±0.01 ^{c,C}	0.88±0.03 ^{b,B}
		60	1.03±0.11 ^{b,C}	1.19±0.06 ^{b,B}	0.26±0.02 ^{a,B}	0.57±0.04 ^{b,B}	0.68±0.04 ^{b,A}
		90	0.61±0.02 ^{c,A}	0.60±0.07 ^{c,A}	0.15±0.01 ^{a,A}	0.28±0.01 ^{b,A}	0.62±0.02 ^{c,A}
1272	α -Terpinolen	1	TE	TE	0.27±0.01 ^{a,C}	0.43±0.01 ^{c,C}	0.31±0.01 ^{b,C}
		15	0.26±0.02 ^{b,B}	0.36±0.00 ^{c,B}	0.30±0.03 ^{b,C}	0.29±0.01 ^{b,B}	0.13±0.01 ^{a,A}
		30	0.17±0.01 ^{a,A}	0.53±0.03 ^{c,C}	0.22±0.01 ^{a,B}	0.16±0.01 ^{a,A}	0.35±0.03 ^{b,C}
		60	0.24±0.01 ^{c,B}	0.13±0.03 ^{a,A}	0.13±0.01 ^{a,A}	0.18±0.01 ^{b,A}	0.21±0.00 ^{b,B}
		90	0.20±0.02 ^{b,A}	0.15±0.01 ^{ab,A}	0.14±0.01 ^{a,A}	0.17±0.02 ^{ab,A}	0.17±0.02 ^{ab,AB}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.7. Diğer bileşikler

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinde 2-metoksi-1-propen, metil benzen (toluen), etil benzen, 1,2-dimetilbenzen (o-ksilen), propil benzen, propenil benzen ve 1,2-diklorobenzen'den oluşan 7 adet diğer bileşik saptanmıştır (Çizelge 4.21). Bu bileşiklerden Beyaz peynir örneklerinde propenil benzen miktarı daha yüksek çıkmıştır. Literatürde hidrokarbonların lipid otoksidasyonunun ikincil ürünleri olduğu ve peynir aromasına önemli bir katkı yapmadıkları, ancak hidrokarbonların diğer aromatik bileşiklerin oluşumunda öncül olarak görev yapabileceği bildirilmiştir (Bintsis ve Robinson, 2004; Frank vd. 2004; Kesenkaş, 2005; Iriyogen vd. 2007).

Kesenaş (2005), metil benzen, 1,2-dimetil benzen ve stiren'in Beyaz peynir örneklerinde belirledikleri önemli hidrokarbonlar olduğunu belirtmişlerdir. Cakmakci ve Hayaloglu (2011), metil benzenin karoten bozulmasından meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Ozturkoglu-Budak vd. (2016), olgunlaşma süresince peynir örneklerinde metil benzen, stiren ve 1,2-diklorobenzen'in en sık tespit edilen hidrokarbonlar olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinde saptanan diğer bileşikler ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir, $n=2$)

RI	Adı	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
842	2-Metoksi-1-propen	1	TE	1.5 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	TE	2.42 $\pm$ 0.15 ^{b,B}	2.41 $\pm$ 0.20 ^{b,A}
		15	1.51 $\pm$ 0.15 ^{a,B}	3.26 $\pm$ 0.02 ^{c,B}	1.58 $\pm$ 0.14 ^{a,A}	1.79 $\pm$ 0.23 ^{a,A}	2.29 $\pm$ 0.28 ^{b,A}
		30	2.28 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	3.22 $\pm$ 0.08 ^{b,B}	3.16 $\pm$ 0.09 ^{b,C}	3.63 $\pm$ 0.02 ^{b,C}	4.83 $\pm$ 0.41 ^{c,C}
		60	1.15 $\pm$ 0.09 ^{a,A}	1.84 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	2.64 $\pm$ 0.10 ^{c,B}	2.59 $\pm$ 0.06 ^{c,B}	3.27 $\pm$ 0.06 ^{d,B}
		90	2.97 $\pm$ 0.17 ^{a,D}	3.50 $\pm$ 0.32 ^{ab,B}	3.88 $\pm$ 0.07 ^{bc,D}	3.54 $\pm$ 0.35 ^{ab,C}	4.25 $\pm$ 0.12 ^{c,C}
1031	Metil benzen (Toluen)	1	3.13 $\pm$ 0.26 ^{a,BC}	4.23 $\pm$ 0.17 ^{b,A}	4.72 $\pm$ 0.25 ^{b,B}	5.59 $\pm$ 0.49 ^{c,B}	8.27 $\pm$ 0.39 ^{d,B}
		15	2.43 $\pm$ 0.15 ^{a,AB}	8.06 $\pm$ 0.80 ^{c,B}	5.90 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	9.52 $\pm$ 0.38 ^{d,C}	5.56 $\pm$ 0.24 ^{b,A}
		30	2.15 $\pm$ 0.06 ^{a,A}	8.17 $\pm$ 0.40 ^{c,B}	3.76 $\pm$ 0.23 ^{b,A}	9.65 $\pm$ 0.37 ^{d,C}	10.96 $\pm$ 0.01 ^{e,C}
		60	3.59 $\pm$ 0.20 ^{b,C}	7.82 $\pm$ 0.15 ^{d,B}	6.01 $\pm$ 0.22 ^{c,C}	1.99 $\pm$ 0.09 ^{a,A}	8.73 $\pm$ 0.06 ^{e,B}
		90	7.54 $\pm$ 0.56 ^{b,D}	7.88 $\pm$ 0.13 ^{b,B}	6.24 $\pm$ 0.12 ^{a,C}	9.06 $\pm$ 0.06 ^{c,C}	11.52 $\pm$ 0.17 ^{d,C}
1112	Etil benzen	1	2.43 $\pm$ 0.15 ^{ab,C}	2.58 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	2.60 $\pm$ 0.04 ^{b,E}	2.61 $\pm$ 0.08 ^{b,D}	2.25 $\pm$ 0.07 ^{a,C}
		15	1.81 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	3.14 $\pm$ 0.19 ^{d,E}	2.07 $\pm$ 0.00 ^{b,D}	2.20 $\pm$ 0.02 ^{b,C}	2.64 $\pm$ 0.01 ^{c,E}
		30	2.00 $\pm$ 0.11 ^{c,B}	1.85 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	1.35 $\pm$ 0.06 ^{a,B}	1.41 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	2.41 $\pm$ 0.01 ^{d,D}
		60	1.86 $\pm$ 0.15 ^{b,B}	2.27 $\pm$ 0.10 ^{c,C}	1.91 $\pm$ 0.06 ^{b,C}	1.23 $\pm$ 0.05 ^{a,A}	1.79 $\pm$ 0.05 ^{b,B}
		90	0.88 $\pm$ 0.00 ^{b,A}	1.38 $\pm$ 0.08 ^{c,A}	0.69 $\pm$ 0.07 ^{a,A}	1.50 $\pm$ 0.09 ^{c,B}	0.84 $\pm$ 0.01 ^{ab,A}
1130	1,2-Dimetilbenzen (o- Ksilen)	1	0.76 $\pm$ 0.02 ^{b,D}	0.62 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	1.07 $\pm$ 0.08 ^{d,C}	0.84 $\pm$ 0.00 ^{bc,E}	0.89 $\pm$ 0.07 ^{c,C}
		15	0.72 $\pm$ 0.03 ^{b,D}	1.00 $\pm$ 0.02 ^{c,D}	0.70 $\pm$ 0.00 ^{ab,B}	0.62 $\pm$ 0.02 ^{a,C}	0.76 $\pm$ 0.06 ^{b,B}
		30	0.55 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.76 $\pm$ 0.03 ^{b,C}	0.49 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.52 $\pm$ 0.05 ^{a,B}	1.14 $\pm$ 0.05 ^{c,D}
		60	0.60 $\pm$ 0.02 ^{c,C}	0.68 $\pm$ 0.01 ^{d,B}	0.45 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.34 $\pm$ 0.02 ^{a,A}	0.36 $\pm$ 0.04 ^{a,A}
		90	0.49 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.58 $\pm$ 0.02 ^{c,A}	0.41 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.73 $\pm$ 0.01 ^{d,D}	0.37 $\pm$ 0.00 ^{a,A}
1196	Propil benzen	1	0.61 $\pm$ 0.01 ^{c,C}	TE	0.31 $\pm$ 0.01 ^{a,B}	0.57 $\pm$ 0.03 ^{bc,C}	0.52 $\pm$ 0.05 ^{b,C}
		15	0.66 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	0.63 $\pm$ 0.02 ^{bc,C}	0.71 $\pm$ 0.07 ^{c,D}	0.55 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.16 $\pm$ 0.01 ^{a,A}
		30	0.29 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	0.36 $\pm$ 0.03 ^{b,B}	0.45 $\pm$ 0.03 ^{c,C}	0.43 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.80 $\pm$ 0.00 ^{d,D}
		60	0.32 $\pm$ 0.03 ^{b,B}	0.40 $\pm$ 0.04 ^{c,B}	0.43 $\pm$ 0.02 ^{c,C}	0.24 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.33 $\pm$ 0.01 ^{b,B}
		90	0.19 $\pm$ 0.02 ^{b,A}	0.29 $\pm$ 0.01 ^{d,A}	0.07 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.25 $\pm$ 0.01 ^{c,A}	0.22 $\pm$ 0.02 ^{bc,A}
1251	Propenil benzen (β -metilstiren)	1	7.90 $\pm$ 0.32 ^{a,D}	9.74 $\pm$ 0.04 ^{b,C}	10.76 $\pm$ 0.38 ^{c,E}	12.76 $\pm$ 0.2 ^{d,D}	8.24 $\pm$ 0.24 ^{a,A}
		15	6.64 $\pm$ 0.21 ^{a,C}	9.28 $\pm$ 0.48 ^{b,C}	10.2 $\pm$ 0.02 ^{c,D}	9.82 $\pm$ 0.10 ^{bc,C}	6.84 $\pm$ 0.38 ^{a,A}
		30	5.54 $\pm$ 0.11 ^{a,B}	6.20 $\pm$ 0.28 ^{a,B}	5.60 $\pm$ 0.22 ^{a,C}	9.66 $\pm$ 0.24 ^{b,C}	13.77 $\pm$ 1.70 ^{c,B}
		60	6.05 $\pm$ 0.19 ^{c,B}	5.56 $\pm$ 0.26 ^{bc,B}	4.90 $\pm$ 0.03 ^{a,B}	5.48 $\pm$ 0.35 ^{b,B}	8.20 $\pm$ 0.07 ^{d,A}
		90	3.87 $\pm$ 0.14 ^{b,A}	3.55 $\pm$ 0.19 ^{b,A}	2.40 $\pm$ 0.08 ^{a,A}	3.98 $\pm$ 0.10 ^{b,A}	7.34 $\pm$ 0.34 ^{c,A}
1414	1,2-Diklorobenzen	1	0.06 $\pm$ 0.01 ^{a,C}	0.06 $\pm$ 0.02 ^{a,B}	0.06 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.09 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	0.07 $\pm$ 0.00 ^{ab,C}
		15	0.05 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.10 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.06 $\pm$ 0.01 ^{a,A}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{b,D}
		30	0.03 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.04 $\pm$ 0.01 ^{a,AB}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{b,C}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{b,C}	0.15 $\pm$ 0.00 ^{c,E}
		60	0.08 $\pm$ 0.00 ^{c,D}	0.03 $\pm$ 0.00 ^{a,A}	0.08 $\pm$ 0.01 ^{c,B}	0.06 $\pm$ 0.01 ^{b,A}	0.06 $\pm$ 0.00 ^{b,B}
		90	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,B}	0.06 $\pm$ 0.00 ^{b,B}	TE	TE	0.04 $\pm$ 0.00 ^{a,A}

RI: Retention Index. TE: Tespit edilmemiştir. Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.5.8. Beyaz peynir örneklerinde aroma gruplarının istatistik analiz sonuçları

Çizelge 4.22’de Beyaz peynir örneklerinin aroma madde miktarları açısından varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre aroma madde miktarları üzerinde örnek, olgunlaşma süresi ve örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$).

Çizelge 4.22. Örneklerin olgunlaşma süresince aroma madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Aroma grupları	KO	F	P
Örnek	Esterler	9551.807	16.622	0.000
	Asitler	818.070	16.456	0.000
	Alkoller	3350.354	256.432	0.000
	Aldehit ve ketonlar	35.308	29.304	0.000
	Alkanlar	7.188	38.477	0.000
	Terpenler	90.767	41.519	0.000
	Diğer bileşikler	268.391	92.700	0.000
	TOPLAM	32715.976	18.942	0.000
Olgunlaşma süresi	Esterler	38893.376	67.683	0.000
	Asitler	4614.094	92.813	0.000
	Alkoller	183.222	14.024	0.000
	Aldehit ve ketonlar	120.816	100.272	0.000
	Alkanlar	40.173	215.043	0.000
	Terpenler	56.531	25.859	0.000
	Diğer bileşikler	95.167	32.870	0.000
	TOPLAM	21439.405	12.413	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	Esterler	3234.286	5.628	0.000
	Asitler	1035.205	20.823	0.000
	Alkoller	71.235	5.452	0.000
	Aldehit ve ketonlar	10.339	8.581	0.000
	Alkanlar	2.175	11.642	0.000
	Terpenler	43.657	19.970	0.000
	Diğer bileşikler	67.725	23.392	0.000
	TOPLAM	4418.761	2.558	0.017

4.6. Beyaz Peynir Örneklerindeki Fraksiyonların Biyoaktivite Değerleri

Çalışmanın bu kısmında Beyaz peynirlerde pH 4.6-SN fraksiyonların (F1) ve bu fraksiyonların ultrafiltre (UF) edilmesi ile 3 kDa’dan küçük (F2) ve 3 kDa’dan büyük fraksiyonların (F3) ACE-inhibisyonu (%) ve IC₅₀ (mg/L) değerleri türünden antihipertansif aktivitelerinin, ABTS⁺⁺ ve DPPH^{*} radikali inhibisyon (mg Trolox/L) değerleri ile de antioksidan aktivitelerinin sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerine ait pH 4.6-SN fraksiyonlarında saptanan biyoaktivite değerleri (n=2)

Parametre	Fraksiyon	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
ACE-i (%)	F1	1	89.00±0.15 ^{a,C}	89.02±0.07 ^{a,B}	92.55±0.17 ^{b,E}	92.25±0.31 ^{b,C}	89.28±0.23 ^{a,C}
		15	90.87±0.06 ^{a,b,D}	90.60±0.12 ^{a,C}	90.52±0.12 ^{a,D}	90.74±0.23 ^{a,C}	91.19±0.20 ^{b,D}
		30	91.71±0.10 ^{c,E}	91.82±0.18 ^{c,D}	86.83±0.38 ^{b,B}	87.82±1.50 ^{b,B}	81.29±1.34 ^{a,B}
		60	84.03±0.17 ^{d,B}	88.36±0.15 ^{e,A}	77.70±0.38 ^{b,A}	79.13±0.41 ^{c,A}	74.56±0.14 ^{a,A}
		90	81.86±0.04 ^{a,A}	88.20±0.07 ^{b,A}	88.26±0.29 ^{b,C}	88.52±0.10 ^{b,B}	88.23±0.06 ^{b,C}
	F2	1	68.16±0.21 ^{a,A}	70.95±0.14 ^{b,A}	68.01±1.37 ^{a,A}	81.68±0.02 ^{d,B}	73.87±0.74 ^{c,B}
		15	67.35±2.45 ^{a,A}	75.08±0.27 ^{b,B}	74.12±0.21 ^{b,B}	74.13±0.07 ^{b,A}	81.86±0.13 ^{c,D}
		30	81.07±0.18 ^{e,C}	78.85±0.08 ^{d,C}	77.28±0.04 ^{c,C}	75.81±0.25 ^{b,A}	71.50±0.53 ^{a,A}
		60	74.91±0.35 ^{a,B}	82.25±0.32 ^{d,D}	76.53±0.02 ^{b,C}	84.61±0.18 ^{e,C}	79.66±0.13 ^{c,C}
		90	74.71±0.13 ^{a,B}	87.73±0.10 ^{d,E}	78.96±0.11 ^{b,D}	87.42±0.07 ^{d,D}	86.50±0.32 ^{c,E}
	F3	1	89.75±0.09 ^{a,C}	93.47±0.23 ^{b,E}	93.93±0.06 ^{b,C}	91.99±3.03 ^{a,B}	93.97±0.00 ^{b,E}
		15	89.72±0.30 ^{c,C}	88.42±0.19 ^{b,D}	90.00±0.30 ^{cd,B}	90.54±0.01 ^{d,B}	86.86±0.18 ^{a,D}
		30	86.87±0.12 ^{e,B}	85.03±0.37 ^{d,C}	80.77±0.08 ^{b,A}	82.98±0.19 ^{d,A}	78.75±0.00 ^{a,B}
		60	76.17±0.04 ^{a,A}	77.48±0.13 ^{b,A}	81.28±0.04 ^{d,A}	80.19±0.02 ^{c,A}	77.65±0.03 ^{b,A}
		90	86.22±0.09 ^{d,B}	81.68±0.04 ^{a,B}	82.56±0.40 ^{b,A}	83.24±0.05 ^{b,A}	84.79±0.08 ^{c,C}
IC ₅₀ (mg/L)	F1	1	8.41±0.75 ^{a,A}	13.88±0.44 ^{c,B}	14.37±0.65 ^{c,B}	12.25±0.91 ^{b,B}	9.29±0.05 ^{a,B}
		15	7.86±0.14 ^{a,A}	8.64±0.28 ^{a,A}	8.42±0.42 ^{a,A}	11.50±0.52 ^{b,B}	12.54±0.53 ^{b,C}
		30	8.58±0.07 ^{c,A}	10.50±0.05 ^{d,A}	8.98±0.69 ^{c,A}	4.10±0.29 ^{a,A}	5.56±0.18 ^{b,A}
		60	27.06±1.39 ^{b,C}	27.40±1.32 ^{cd,C}	24.42±1.40 ^{b,D}	15.55±0.20 ^{a,C}	30.12±0.59 ^{d,E}
		90	21.90±0.09 ^{a,B}	32.72±2.38 ^{c,D}	21.12±0.62 ^{a,C}	23.02±0.07 ^{ab,D}	25.68±1.63 ^{b,D}
	F2	1	29.47±0.72 ^{c,C}	27.64±1.54 ^{bc,B}	25.97±1.20 ^{b,B}	22.19±0.24 ^{a,B}	22.03±0.07 ^{a,A}
		15	15.14±0.16 ^{a,A}	22.40±0.36 ^{b,A}	32.90±0.66 ^{d,C}	15.63±0.69 ^{a,A}	23.73±0.21 ^{c,AB}
		30	22.42±0.67 ^{b,B}	23.20±0.10 ^{b,A}	20.39±0.17 ^{a,A}	26.16±0.09 ^{c,C}	25.53±0.37 ^{c,B}
		60	34.94±2.36 ^{b,D}	37.96±1.90 ^{b,C}	21.76±2.10 ^{a,A}	19.59±1.75 ^{a,B}	33.67±1.84 ^{b,C}
		90	33.67±0.15 ^{a,D}	40.37±1.89 ^{b,C}	35.74±1.55 ^{a,C}	33.19±1.23 ^{a,D}	31.81±1.93 ^{a,C}
	F3	1	5.99±0.29 ^{b,C}	4.56±0.45 ^{a,B}	4.91±0.25 ^{a,B}	5.12±0.15 ^{a,C}	6.41±0.09 ^{b,C}
		15	6.49±0.10 ^{a,C}	7.53±0.74 ^{ab,D}	7.61±0.78 ^{ab,D}	7.53±0.16 ^{ab,E}	8.40±0.34 ^{b,D}
		30	6.54±0.30 ^{bc,C}	5.81±0.33 ^{a,C}	6.04±0.33 ^{ab,C}	6.86±0.12 ^{c,D}	5.78±0.21 ^{a,B}
		60	3.07±0.19 ^{a,A}	4.35±0.07 ^{c,B}	3.18±0.05 ^{a,A}	2.96±0.07 ^{a,A}	3.55±0.05 ^{b,A}
		90	3.61±0.03 ^{b,B}	2.83±0.17 ^{a,A}	3.93±0.01 ^{c,AB}	3.94±0.04 ^{c,B}	3.77±0.14 ^{bc,A}

Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerine ait pH 4.6-SN fraksiyonlarında saptanan biyoaktivite değerleri (n=2) (devam)

Parametre	Fraksiyon	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
ABTS ^{•+} (mg Trolox/L)	F1	1	63.85±1.10 ^{b,A}	70.03±1.17 ^{c,A}	64.79±0.70 ^{b,A}	74.30±0.91 ^{d,C}	59.25±1.55 ^{a,B}
		15	72.66±3.53 ^{a,BC}	72.43±0.42 ^{a,B}	71.48±0.96 ^{a,B}	72.34±0.33 ^{a,B}	73.88±1.37 ^{a,BC}
		30	80.19±0.71 ^{d,D}	80.09±0.62 ^{d,C}	64.24±1.00 ^{b,A}	69.82±1.23 ^{c,A}	59.18±0.40 ^{a,A}
		60	68.26±0.25 ^{a,AB}	80.49±0.36 ^{c,C}	75.42±0.40 ^{b,C}	76.71±1.21 ^{b,D}	75.74±0.93 ^{b,C}
		90	76.93±0.99 ^{b,CD}	83.42±0.36 ^{d,D}	79.06±0.09 ^{c,D}	87.57±0.68 ^{e,E}	72.17±0.60 ^{a,B}
	F2	1	43.87±0.75 ^{bc,A}	37.71±0.77 ^{a,A}	41.80±3.07 ^{b,A}	46.35±1.08 ^{c,A}	37.85±0.27 ^{a,A}
		15	48.04±0.45 ^{a,B}	52.63±1.43 ^{b,B}	48.64±0.11 ^{a,B}	49.29±0.23 ^{a,B}	51.99±2.13 ^{b,B}
		30	66.23±1.33 ^{c,D}	70.46±1.52 ^{d,C}	55.72±0.42 ^{ab,C}	57.97±0.25 ^{b,C}	54.88±2.85 ^{a,B}
		60	57.69±0.14 ^{a,C}	76.84±0.57 ^{d,D}	74.96±0.32 ^{c,D}	73.98±0.05 ^{b,D}	74.66±0.49 ^{bc,D}
		90	77.87±0.19 ^{c,E}	76.88±0.14 ^{b,D}	76.01±0.15 ^{b,D}	84.08±0.33 ^{d,E}	67.80±1.08 ^{a,C}
	F3	1	68.59±0.34 ^{b,A}	71.64±0.87 ^{c,A}	68.21±0.65 ^{b,A}	72.10±0.22 ^{c,A}	63.72±1.06 ^{a,A}
		15	72.99±1.17 ^{b,B}	74.40±0.49 ^{c,AB}	65.71±0.51 ^{a,A}	76.85±0.36 ^{d,B}	76.77±0.41 ^{d,B}
		30	76.95±0.47 ^{abc,C}	78.23±1.27 ^{bc,AB}	73.66±4.11 ^{a,B}	80.66±0.68 ^{c,C}	75.80±0.22 ^{ab,B}
		60	79.78±0.53 ^{c,D}	75.42±0.64 ^{a,AB}	78.67±0.57 ^{b,C}	88.13±0.39 ^{d,E}	78.22±0.41 ^{b,C}
		90	81.37±0.40 ^{a,E}	81.76±8.82 ^{a,B}	84.46±1.38 ^{a,D}	84.89±0.42 ^{a,D}	80.57±0.26 ^{a,D}
DPPH [•] (mg Trolox/L)	F1	1	5.99±0.54 ^{a,BC}	5.67±0.20 ^{a,A}	7.40±0.66 ^{b,A}	7.64±0.55 ^{b,A}	7.44±0.39 ^{b,B}
		15	6.36±0.93 ^{a,C}	6.43±0.39 ^{a,B}	8.44±0.56 ^{b,AB}	9.02±0.39 ^{b,B}	8.69±0.85 ^{b,C}
		30	5.02±0.66 ^{a,AB}	7.96±0.06 ^{b,C}	7.73±0.32 ^{b,A}	7.57±0.49 ^{b,A}	8.28±0.21 ^{b,BC}
		60	4.40±0.23 ^{a,A}	5.58±0.29 ^{b,A}	11.12±0.86 ^{d,C}	7.74±0.69 ^{c,A}	8.63±0.77 ^{c,C}
		90	6.56±0.72 ^{a,C}	5.70±0.31 ^{a,A}	9.48±0.75 ^{b,B}	13.16±0.17 ^{c,C}	6.35±0.28 ^{a,A}
	F2	1	6.41±0.65 ^{a,BC}	6.83±0.56 ^{ab,AB}	7.96±0.73 ^{bc,A}	8.24±0.65 ^{c,A}	7.96±0.42 ^{bc,B}
		15	6.83±0.51 ^{a,C}	7.24±0.48 ^{ab,B}	8.84±0.07 ^{c,A}	8.33±0.80 ^{c,A}	8.00±0.71 ^{bc,B}
		30	5.76±0.16 ^{a,AB}	8.81±0.17 ^{c,C}	8.25±0.48 ^{bc,A}	7.82±0.73 ^{b,A}	5.72±0.29 ^{a,A}
		60	5.47±0.41 ^{a,A}	6.22±0.35 ^{a,A}	12.42±1.13 ^{c,C}	8.38±0.73 ^{b,A}	9.51±0.88 ^{b,C}
		90	6.36±0.37 ^{a,BC}	6.32±0.35 ^{a,A}	10.22±0.88 ^{b,B}	14.36±1.03 ^{c,B}	6.70±0.40 ^{a,A}
	F3	1	4.43±0.43 ^{a,B}	4.26±0.23 ^{a,BC}	6.09±0.58 ^{b,AB}	6.26±0.52 ^{b,A}	6.16±0.35 ^{b,C}
		15	4.60±0.11 ^{a,B}	4.71±0.29 ^{a,C}	6.26±0.29 ^{b,AB}	6.19±0.40 ^{b,A}	6.22±0.36 ^{b,C}
		30	4.28±0.07 ^{b,B}	7.75±0.10 ^{d,D}	5.60±0.31 ^{c,A}	5.71±0.57 ^{c,A}	3.56±0.33 ^{a,A}
		60	3.17±0.09 ^{a,A}	3.37±0.35 ^{a,A}	6.48±0.34 ^{c,B}	5.84±0.08 ^{b,A}	6.28±0.56 ^{bc,C}
		90	4.15±0.40 ^{a,B}	3.85±0.22 ^{a,B}	5.64±0.33 ^{b,A}	10.75±0.98 ^{c,B}	4.87±0.43 ^{ab,B}

Aynı satırda (a-e) ve sütunda (A-E) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*. F1: pH 4.6-SN fraksiyonu, F2: 3 kDa altı fraksiyonu, F3: 3 kDa üstü fraksiyonu

4.6.1. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6-SN fraksiyonlarının antihipertansif aktivitesi

Beyaz peynir örneklerine ait F1, F2 ve F3 fraksiyonlarının antihipertansif değerleri Çizelge 4.23 – 4.24 ve Şekil 4.32 – 4.33’de verilmiştir.

F1 fraksiyonunda olgunlaşmanın 1. günü SC ve DH örneklerinde ACE-i oranı diğer Beyaz peyniri örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın 15. gününde Beyaz peyniri örnekleri arasında ACE-i değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde CC ve YL örneklerinin ACE-i değerleri, diğer örneklerle göre yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın 90. gününde Beyaz peynir örneklerine ait ACE-i profilinde değişiklikler meydana gelmiş ve maya kültürü eklenen peynir örneklerinde ACE-i oranında artış saptanmıştır. Ancak maya kültürü ilave edilmeyen CC peynirinde azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca olgunlaşmanın ilk 30 günü boyunca CC ve YL örneklerinde ACE-i değerlerinde kısmi artışlar görülsede, olgunlaşmanın ilerlemesiyle bu değerlerde azalma meydana gelmiştir. Olgunlaşma boyunca YL peynirinde F1 fraksiyonunda ACE-i değeri en az değişen örnek olduğu saptanmıştır. F1 fraksiyonlarının en yüksek ACE-i değerleri; CC ve YL örneklerinde olgunlaşmanın 30. gününde, SC ve DH örneklerinde olgunlaşmanın 1. gününde ve KM örneğinde 15. gününde saptanmıştır. Bu durumda olgunlaşma boyunca Beyaz peynirlerin F1 fraksiyonlarının ACE-i değerindeki değişiklikler antihipertansif özellik gösteren peptitlerin oluşumu ve parçalanması ile açıklanabilir. Beyaz peynir örneklerine ait peptit profillerine bakıldığında özellikle hidrofobik bölgede özellikle alıkonma süresinin 44. ile 75. dakika aralığına karşılık gelen pik yüksekliklerindeki düşüşler bu düşüncüyü desteklemektedir. Ayrıca olgunlaşmanın ilerlemesiyle mayaların F1 fraksiyonunda ACE-i aktiviteleri yüksek peptit oluşturma potansiyeli olduğu da görülmektedir.

Olgunlaşmanın 30. günü dışında diğer olgunlaşma günlerinde CC örneğine ait F2 fraksiyonunda ACE-i değeri diğer Beyaz peynir örneklerine göre daha düşük çıkmıştır. Olgunlaşmanın 1., 15. ve 30. günlerinde F2 fraksiyonlarında ACE-i değerleri sırasıyla DH, KM ve CC örneklerinde diğer peynir örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Ancak olgunlaşmanın ilerlemesiyle F2 fraksiyonlarında ACE-i değerleri maya kültürü ilave edilmiş YL ve DH örneklerinde saptanmıştır. Olgunlaşma süresince YL ve SC örneklerinin F2 fraksiyonlarına ait ACE-i değerleri artış göstermiştir. CC örneği dışında diğer Beyaz peyniri örneklerinin F2 fraksiyonlarında

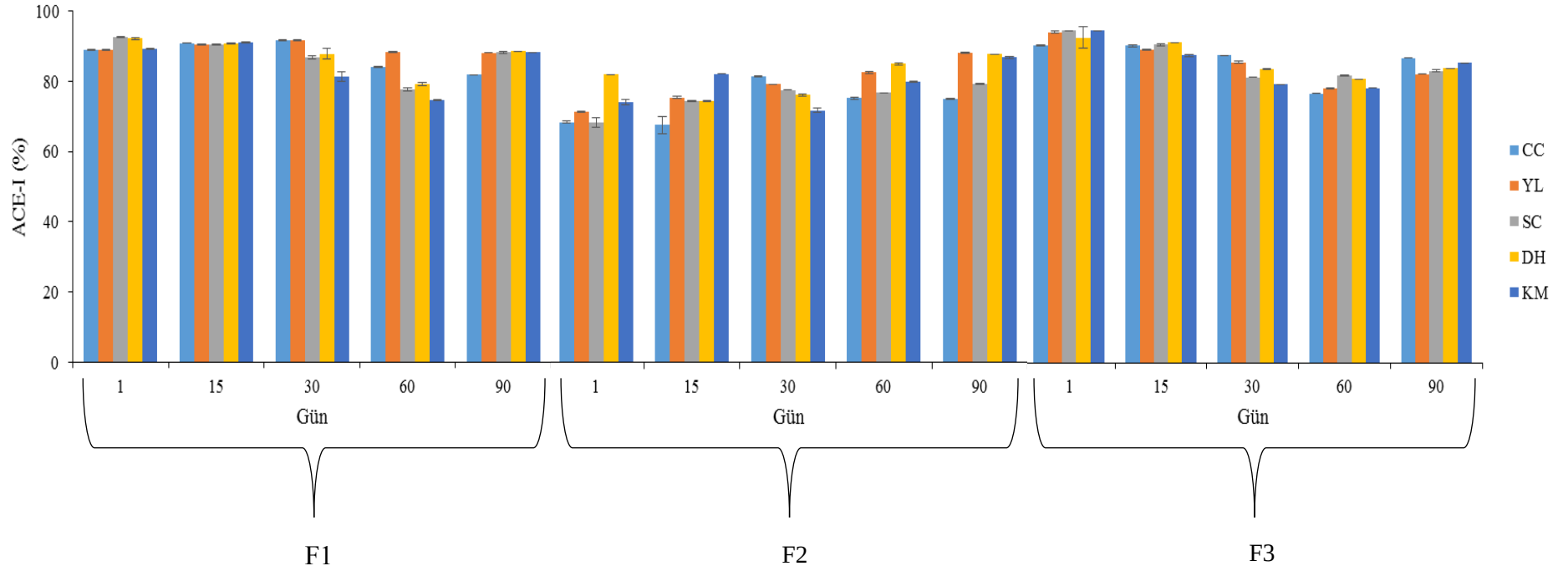
en yüksek ACE-i değerleri olgunlaşmanın 90. gününde saptanmış olması mayaların olgunlaşmanın ilerlemesiyle ACE-i aktiviteleri yüksek peptit oluşturma potansiyeli olduğu hipotezini desteklemektedir.

Olgunlaşmanın 1. ile 60. günlerinde ve 15. ile 30. günlerinde sırasıyla CC ve KM  rneklerinde F3 fraksiyonlarında ACE-i oranı diğer Beyaz peynir örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Diğer fraksiyonların aksine F3 fraksiyonlarında ACE-i oranı olgunlaşmanın son gününde maya kültürü ilave edilmemiş CC peynirinde daha yüksek bulunmuştur. En düşük ACE-i oranı SC  rneğinde olgunlaşmanın 30. gününde ve SC  rneği dışında diğer Beyaz peynir örneklerinde ise olgunlaşmanın 60. gününde tespit edilmiştir. Tüm Beyaz peyniri örneklerinin ise F3 fraksiyonlarında en yüksek ACE-i oranı olgunlaşmanın 1. gününde saptanmıştır. Olgunlaşmanın 60. gününe kadar Beyaz peynir örneklerine ait F3 fraksiyonlarının ACE-i oranında azalışlar meydana gelmiş ancak olgunlaşmanın 90. gününde bu oranda artış meydana gelse de olgunlaşmanın ilk günündeki değere ulaşamamıştır.

Genel olarak fraksiyonlar arasında kıyaslama yapıldığında olgunlaşmanın 1 ve 90. günlerinde F3, olgunlaşmanın 15, 30 ve 60. günlerinde ise F1 fraksiyonunda en yüksek ACE-i değerine ulaştığı saptanmıştır. YL  rneğinde olgunlaşmanın ilk gününde F3, olgunlaşmanın diğer günlerinde ise F1 fraksiyonunda en yüksek ACE-i oranı saptanmıştır. SC  rneğinde olgunlaşmanın 1 ve 60. günlerinde F3, olgunlaşmanın 15, 30 ve 90. günlerinde ise F1 fraksiyonunda en yüksek ACE-i değeri saptanmıştır. DH  rneğinde olgunlaşmanın 60. gününde F3 ve olgunlaşmanın diğer günlerinde ise F1 fraksiyonunda en yüksek ACE-i değeri saptanmıştır. KM  rneğinde olgunlaşmanın ilk gününde F3, olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde F1 fraksiyonunda, olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde ise F2 fraksiyonunda en yüksek ACE-i değeri saptanmıştır. F1 ve F3 fraksiyonlarında YL ve DH, F3 fraksiyonunda ise CC ve SC Beyaz peynir örnekleri yüksek ACE-i oranına sahip olduğu belirtilebilir. Son olarak F1 fraksiyonu diğer fraksiyonlara göre daha yüksek ACE-i aktivitesine sahip olduğu ve maya kültürü özellikle YL ve DH  rneklerinin ACE-i aktivitesine sahip peptit üretme performanslarının diğer örneklerle göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bazı araştırmacılar olgunlaşma süresince peynir örneklerinde ACE-i aktivitesinde artış ve azalışlar olduğunu saptamışlardır (Ryh nen vd., 2001; G mez-Ruiz vd., 2002; Meira vd., 2012; Koçak, 2017). Araştırmacılar olgunlaşma boyunca

ACE-i aktivitesindeki bu değişiklikleri proteoliz ile oluşan aktif peptitlerin, proteolizin ilerlemesine bağlı olarak parçalanarak inaktif forma dnşmesiyle açıklamışlardır. Çalışmada olgunlaşma boyunca peynir rneklerinin ACE-i aktivitelerindeki değişiklikler, yukarıda bahsi geçen araştırmalar ile benzerlik göstermektedir. Birçok araştırmacı 1-3 kDa arası molekül ağırlığına sahip peptitlerin daha yüksek ACE-i aktivitesine sahip olduğunu belirtmiştir (Gmez-Ruiz vd., 2002; Miguel vd., 2009; Lignitto vd., 2010; Madureira vd., 2013; Tarango-Hernndez, 2015; Abdel-Hamid vd., 2017). Ancak Paiva vd. (2017), bu araştırmacıların aksine molekül ağırlığı fazla olan fraksiyonda yüksek ACE-i aktivitesi saptamıştır. Araştırmacı bu durumu ACE-i aktivitesi sadece peptitlerin boyutları (molekül ağırlığı/zincir uzunluğu) ile ilgili olmayıp, aynı zamanda fraksiyonlardaki amino asit kompozisyonlarındaki farklılıkları ile de ilişkili olabileceğini açıklamıştır. Mirzaei vd. (2015), *S. cerevisiae*'a fiziksel-enzimatik (sonikasyon-tripsin ve kimotripsin hidrolizi) ve otoliz uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar uygulama sonunda elde edilen protein hidrolizatlara ait peptitlerde fraksiyonla yapılmamış ile peptitlere 3 kDa'dan kkk, 3-5 kDa ve 5-10 kDa arası fraksiyonlama işlemi yapmışlar ve bu fraksiyon edilmemiş ile fraksiyon edilmiş örneklerin ACE-i ve antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Araştırmacılar 5-10 kDa arasında molekül ağırlığına sahip fraksiyonlarda daha yüksek ACE-i aktivitesinin olduğunu ifade etmişlerdir. Chaves-Lpez vd. (2012), farklı coğrafya bölgelerinden Kolombiya'ya ait kırmızıdan izole edilen 93 maya suşlarından 18 tanesinin %8.69 ile %88.19 oranında ACE-i aktivite değerlerine sahip fermente süt ürettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca yüksek ACE-i değeri ve düşük acı tat oluşumu için *Pichia kudriavzevii* KL84A ve *K. marxianus* KL26A'nın Kırmızı retiminde yardımcı starter kültür potansiyeli olabileceğini ifade etmişlerdir. Li vd. (2015b), *K. marxianus* ile fermente edilen sütte fermentasyon sıcaklığı (32 C), inokulum seviyesi (%6) ve rotasyon hızının (189 rpm), ACE-i aktivitesinde önemli olduğunu ve en yüksek inhibisyon oranının %81.23 olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.32. Beyaz peynir örneklerinde pH 4.6-SN fraksiyonlarının olgunlaşma süresince ACE-inhibisyonunda (%) meydana gelen değişimler

Beyaz peynir örneklerine ait F1, F2 ve F3 fraksiyonlarının IC₅₀ değerleri Çizelge 4.23 ve Şekil 4.33’de verilmiştir.

Olgunlaşmanın 1. gününde CC ve KM örneklerine ait F1 fraksiyonunun IC₅₀ değerleri diğer Beyaz peynir örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Olgunlaşmanın 15. gününde YL ve SC örneklerinin F1 fraksiyonunun IC₅₀ değerleri düşmüş, ancak KM örneğinde bu değerde artış meydana gelmiştir. Olgunlaşmanın 30. gününde DH ve KM örneklerinin IC₅₀ değerleri diğer Beyaz peynir örneklerine göre düşük bulunmuştur. Ancak olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde tüm Beyaz peyniri örneklerinin F1 fraksiyonların IC₅₀ değerleri diğer olgunlaşma günlerindeki değerlere göre artış göstermiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde DH örneğinin ve 90. gününde CC ve SC örneklerinin F1 fraksiyonlarında IC₅₀ değerleri düşük bulunmuştur. F1 fraksiyonlarının en düşük IC₅₀ değerleri CC, YL ve SC örneklerinde olgunlaşmanın 15. gününde, DH ve KM örneklerinde ise olgunlaşmanın 30. gününde saptanmıştır.

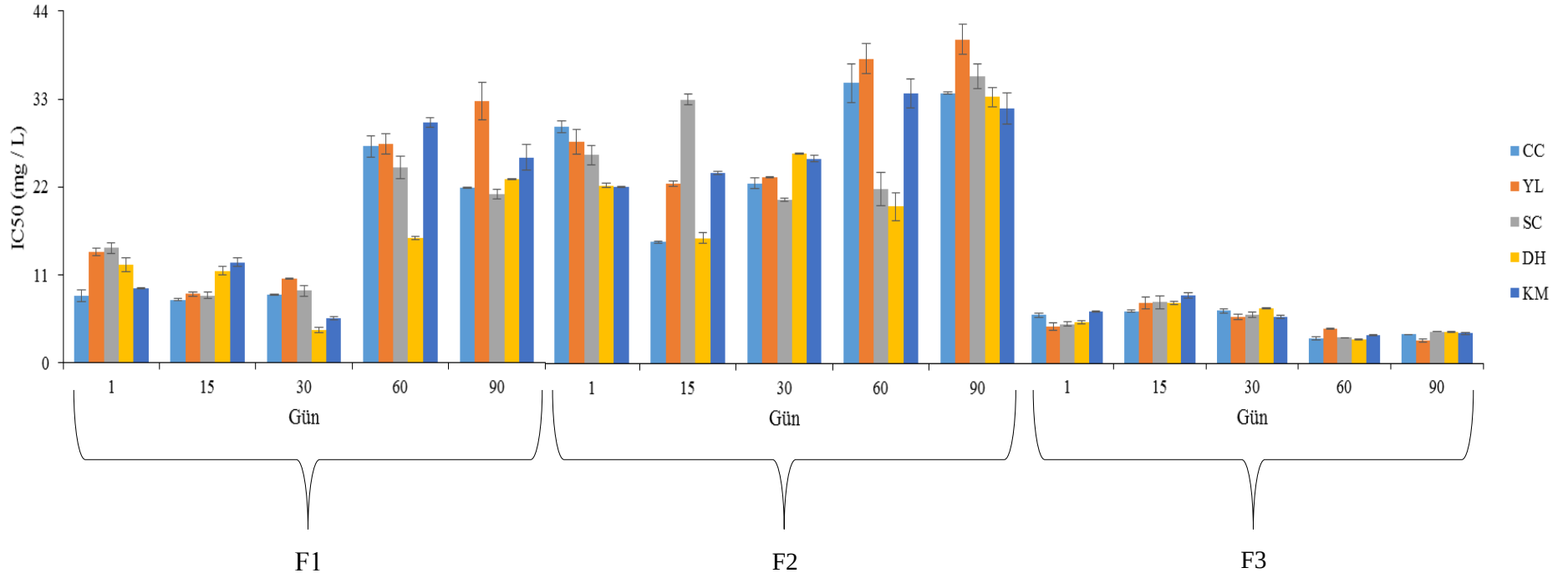
Olgunlaşmanın 1. gününde DH ve KM örneklerinin, 15. gününde CC ve DH örneklerinin, 30. gününde SC örneğinin, 60. gününde SC ve DH örneklerinin ve 90. gününde ise KM örneğinin F2 fraksiyonlarının IC₅₀ değerleri daha düşük çıkmıştır. Olgunlaşma boyunca Beyaz peynir örneklerinin F2 fraksiyonlarının IC₅₀ değerlerinde değişiklikler meydana gelmiştir. CC, YL ve DH örneklerinin olgunlaşmanın 15. gününde, SC örneğinin olgunlaşmanın 30. gününde, KM örneğinin ise olgunlaşmanın 1. gününde F2 fraksiyonlarının IC₅₀ değerleri daha düşük bulunmuştur. DH örneğinin F2 fraksiyonunda olgunlaşmanın 30. günü dışında olgunlaşma süresince ACE enziminin inhibisyonu için gerekli olan peptit miktarının daha düşük olduğu görülmektedir. Benzer durum %ACE inhibisyon sonuçları ile de desteklenmiştir.

Olgunlaşmanın 1, 30 ve 90. günlerinde YL örneğinin, 15 ve 60. günlerinde ise sırasıyla CC ve DH örneğinin F3 fraksiyonlarında IC₅₀ değerleri daha düşük çıkmıştır. Beyaz peyniri örneklerinin F3 fraksiyonlarının IC₅₀ değerlerinde olgunlaşma boyunca değişiklik görülse de olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde azalma saptanmıştır. YL örneğinde olgunlaşmanın 15. gününden itibaren F3 fraksiyonun IC₅₀ değerinde azalma görülmüş ve aynı örnekte olgunlaşmanın 90. gününde, diğer örneklerde ise olgunlaşmanın 60. gününde en düşük IC₅₀ değeri saptanmıştır.

Beyaz peyniri örneklerine ait fraksiyonlar arasında DH ve KM örneğinde olgunlaşmanın 30. gününde F1 fraksiyonu ve diğer olgunlaşma günleri ile tüm Beyaz

peynir örneklerinde F3 fraksiyonlarında en düşük IC_{50} değeri saptanmıştır. ACE inhibisyon sonuçlarına benzer olarak maya kültürü katılan özellikle YL ve DH örneklerinin düşük IC_{50} değerine sahip olduğu belirlenmiştir. F3 fraksiyonunda protein miktarının diğer fraksiyonlara göre yüksek olması ve ACE-i değerinin de yüksek olması söz konusu fraksiyonda inhibisyonu sağlayan amino asit dizilimi olduğunu düşündürmektedir. F2 fraksiyonunda protein miktarının diğer fraksiyonlara göre düşük ve ACE-i değerinin de düşük olması olgunlaşma süresince ACE-i aktivite gösteren peptitlerin parçalanması sonucu bu fraksiyondaki peptitlerin biyoaktif özelliğinin azaldığı iddia edilebilir. F1 ve F3 fraksiyonlarının ACE-i değerlerinin yakın olmasına rağmen IC_{50} değerinin F1 fraksiyonunda daha düşük olması ACE-i özellikteki peptitlerin konsantrasyonunun daha çok 3 kDa'dan büyük fraksiyonda bulunduğunu göstermektedir. Nitekim Paiva vd. (2017), ACE-i aktivitesinin sadece molekül ağırlığına değil aynı zamanda amino asit dizilimine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Ong vd. (2007), *Lactobacillus casei* 279 ve *Lactobacillus casei* LAFTI® L26 kültürlerinin kullanıldığı Cheddar peynirinde olgunlaşmanın 24. haftasında en düşük IC_{50} değerlerinin belirlendiğini ve bu değerlerin sırası ile 230 mg/L ve 250 mg/L olduğunu ifade etmiştir. Gupta vd. (2013), *Lactobacillus casei* ssp. *casei* 300 ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* 22 yardımcı kültürlerinin kullanıldığı Cheddar peynirinde olgunlaşmanın üçüncü ayında sırasıyla IC_{50} değerleri 160 mg/L ve 200 mg/L bulmuşlardır. Chaves-López vd. (2014), bazı maya ve laktik asit bakterileri yardımıyla sütün fermente edilmesi sonucunda *Pichia kudriavzevii* KL84A, *Lactobacillus plantarum* LAT3, *Enterococcus faecalis* KL06 kombinasyonu ile en yüksek ACE-i değerinin ($IC_{50}=30.63$ mg/L) olduğunu ve acı tat meydana gelmeden yüksek ACE-i aktivitesi oluşumunda kültür kombinasyonlarının önemli olduğunu vurgulamışlardır. Erkaya (2014), Beyaz peynir ekstraktlarına ait IC_{50} değerlerini 82.78 mg/L ile 141.00 mg/L arasında belirlemiştir. Xue vd. (2018), önce pepsin ve daha sonra tripsin enzimleri ile sığır kazeinini hidrolize ettikten sonra ultrafiltrasyon tekniği ile hidrolizati 6 kDa'dan küçük peptitler bakımından konsantre etmişlerdir. Araştırmacılar konsantre hidrolizati Sephadex G-15 kolonu ile üç fraksiyona ayırmışlardır. Araştırmada pik yüksekliği küçük olan iki fraksiyonun fraksiyonlar arasında en yüksek ACE-i aktivitesine sahip olduğunu ve IC_{50} değerinin sırasıyla 66.7 mg/L ve 64.3 mg/L olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.33. Beyaz peynir örneklerinde pH 4.6-SN fraksiyonlarının olgunlaşma süresince IC_{50} değerlerinde (mg/L) meydana gelen değişimler

Çizelge 4.24. Örneklerin olgunlaşma süresince antihipertansif aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	ACE-i (%)			IC ₅₀		
	KO	F	P	KO	F	P
Örnek	44.212	136.070	0.000	63.228	82.142	0.000
Olgunlaşma süresi	161.070	495.723	0.000	465.405	604.631	0.000
Fraksiyon	1415.910	4357.728	0.000	5981.096	7770.331	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	36.397	112.019	0.000	36.005	46.775	0.000
Örnek × Fraksiyon	41.511	127.758	0.000	19.540	25.385	0.000
Fraksiyon × Olgunlaşma süresi	239.797	738.021	0.000	278.362	361.633	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi × Fraksiyon	17.309	53.272	0.000	24.967	32.436	0.000

Çizelge 4.24’de Beyaz peynir örneklerinin ACE-i (%) ve IC₅₀ değerleri açısından varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre ACE-i (%) ve IC₅₀ değerleri üzerinde örnek, olgunlaşma süresi, fraksiyon ile örnek × olgunlaşma süresi, örnek × fraksiyon, fraksiyon × olgunlaşma süresi ve örnek × olgunlaşma süresi × fraksiyon interaksiyonlarının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Gupta vd. (2013), tüm Cheddar peynirlerinin suda çözünen ekkstraktlarının ultrafiltrasyon işlemi sonucunda filtratlarda ACE-i aktivitesinin, özellikle olgunlaşmanın ilk iki ayından sonra, önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir ($P<0.05$). Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerinden ekstrakte edilen peptitlerin ACE-i aktivitesi üzerinde kültür ilavesi, ambalaj ve olgunlaşma süresi parametrelerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) ancak bu üç değişkene ait interaksiyonlarının etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığını ($P>0.05$) belirlemiştir.

4.6.2. Beyaz peynir örneklerinin pH 4.6-SN fraksiyonlarının antioksidan aktivite değerleri

Beyaz peynir örneklerine ait F1, F2 ve F3 fraksiyonlarının antioksidan değerleri Çizelge 4.23 ve Şekil 4.34’de verilmiştir.

Olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinin F1 fraksiyonunda ABTS^{*+} profilinde birtakım değişimler meydana gelmiştir. Olgunlaşmanın 1 ve 90. günlerinde DH örneğinin, olgunlaşmanın 15, 30 ve 60. günlerinde ise sırasıyla KM, CC ve YL örneklerinin F1 fraksiyonunda ABTS^{*+} değerleri daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma boyunca YL örneğinin ABTS^{*+} değeri artış göstermiştir. CC örneğinde olgunlaşmanın 30. gününde, YL, SC ve DH örneklerinde olgunlaşmanın 90. gününde

ve KM örneğinde ise olgunlaşmanın 60. gününde yüksek ABTS^{•+} değerleri belirlenmiştir. Genel olarak Beyaz peynir örnekleri arasında öncelikle maya kültürü katılmış YL ve devamında DH örneğinin F1 fraksiyonunda ABTS^{•+} aktivitesi daha yüksek bulunmuştur.

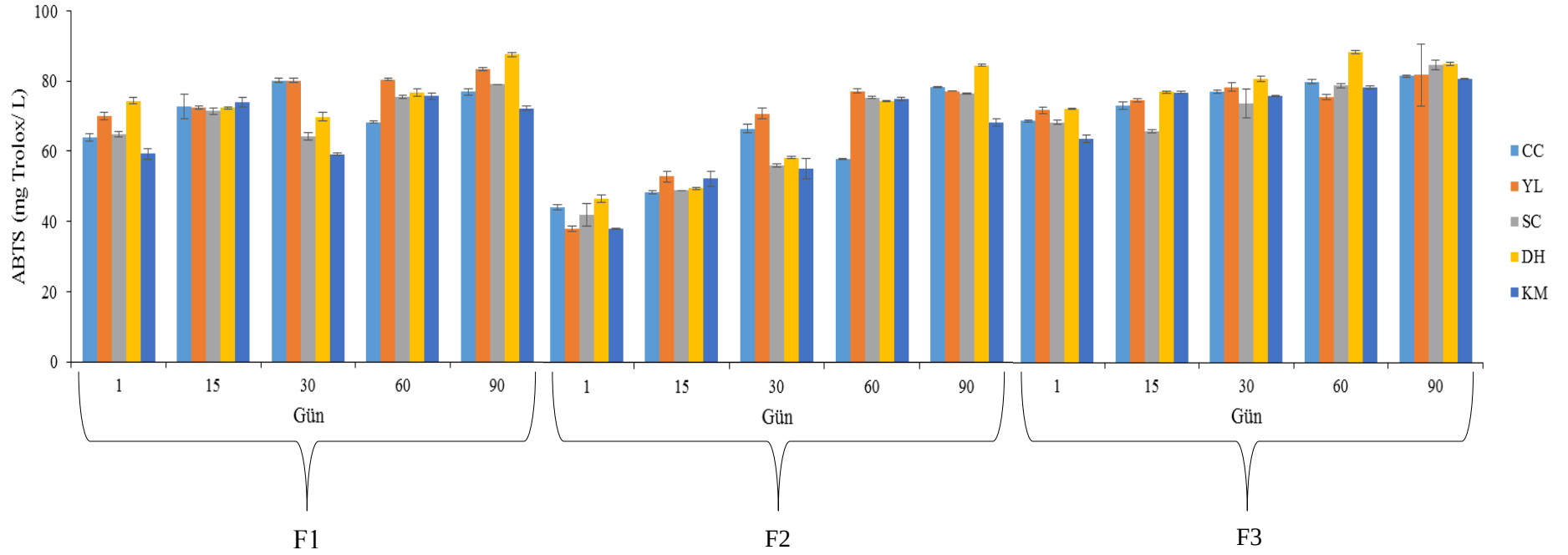
Olgunlaşmanın 1 ve 90. günlerinde DH örneğinin, olgunlaşmanın 15, 30 ve 60. günlerinde ise YL örneğinin F2 fraksiyonunda ABTS^{•+} değeri daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma boyunca YL, SC ve DH örneklerinin F2 fraksiyonunda ABTS^{•+} değerlerinde artış görülmüştür.

Olgunlaşmanın tüm günlerinde Beyaz peynir örnekleri arasında DH örneğinin F3 fraksiyonunda ABTS^{•+} değeri daha yüksek bulunmuştur. CC örneğinin olgunlaşma boyunca F3 fraksiyonunda ABTS^{•+} değeri artış göstermiş ve DH örneği dışında olgunlaşmanın 90. gününde peynir örneklerinde en yüksek ABTS^{•+} değeri saptanmıştır.

Olgunlaşmanın tüm günlerinde fraksiyonlar arasında ortalama ABTS^{•+} değeri F3 olan fraksiyonlarda daha fazla saptanmıştır. CC örneğinde olgunlaşmanın 30. günü, YL örneğinde olgunlaşmanın 30, 60 ve 90. günlerinde, SC örneğinde olgunlaşmanın 15. gününde ve DH örneğinde olgunlaşmanın 90. gününde F1 fraksiyonunda daha yüksek ABTS^{•+} değeri saptanmıştır. Belirtilen örneklerin geriye kalan olgunlaşma dönemlerinde ve KM örneğinin tüm olgunlaşma sürelerinde F3 olan fraksiyonlarda ABTS^{•+} değeri yüksek çıkmıştır.

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda peynir örneklerinin antioksidan aktivitelerinin olgunlaşmaya bağlı olarak belirli bir düzeye kadar arttığını, ancak olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde antioksidan aktivitede düşüş meydana geldiğini belirlemişlerdir (Gupta vd., 2009; Erkaya ve Şengül, 2015; Revilla vd., 2016; Koçak, 2017). Çalışmada olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin antioksidan aktivitelerindeki değişiklikler yukarıda bahsi geçen araştırmalar ile benzerlik göstermektedir. Bir başka deyişle, Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma sürecinde belirlenen antioksidan aktivite değerlerinde dalgalı bir seyir olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar antioksidan aktivitedeki bu değişiklikleri, ilerleyen proteoliz sonucunda antioksidatif peptitlerin parçalanarak inaktif forma dönüşmesiyle açıklamışlardır. Bazı araştırmacılar molekül ağırlığı küçük olan peptitlerin daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Sakanaka vd., 2005;

Peng vd., 2009; Mirzaei vd., 2015). Ancak Sonklin vd. (2018), antioksidan aktivitenin sadece peptit fraksiyonlarının molekül ağırlığı ile ilgili olmayıp, aynı zamanda amino asit kompozisyonuna da bağlı olabileceğini açıklamışlardır. Pritchard vd. (2010), Cheddar peyniri ekstraktlarından farklı molekül ağırlıklarına göre izole ettikleri peptitlerde antioksidan aktivitenin, molekül ağırlığı 10 kDa'dan fazla olan peptitlerde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Tarango-Hernández vd. (2015), Ranchero peynirlerinde suda çözünen ekstraktların 5-10, 5-3, 3-1 ve <1 kDa fraksiyonlarının antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve bu fraksiyonlar arasında 10-5 kDa fraksiyonların en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu saptamışlardır. Mirzaei vd. (2015), *S. cerevisiae*'a fiziksel-enzimatik (sonikasyon-tripsin ve kimotripsin hidrolizi) ve otoliz uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar uygulama sonunda elde edilen protein hidrolizatlara ait peptitlerde fraksiyonla yapılmamış ile peptitlere 3 kDa'dan küçük, 3-5 kDa ve 5-10 kDa arası fraksiyonlama işlemi yapmışlar ve bu fraksiyon edilmemiş ABTS^{•+} ve DPPH[•] aktivitesi belirlemişlerdir. Araştırmacılar fiziksel-enzimatik uygulama yapılmış hidrolizatlarda 3 kDa'dan küçük ve otoliz uygulanmış hidrolizatlarda ise 5-10 kDa arası molekül ağırlığına sahip fraksiyonlarda daha yüksek ABTS^{•+} ve DPPH[•] aktivitesinin olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 4.34. Beyaz peynir ekstraktlarının olgunlaşma süresince ABTS^{•+} değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişimler

Beyaz peynir örneklerine ait F1 fraksiyonların ve bu fraksiyonların yeniden fraksiyone edilmesi ile 3 kDa'dan küçük ve 3 kDa'dan büyük fraksiyonların DPPH* değerleri Çizelge 4.23 ve Şekil 4.35'de verilmiştir.

Olgunlaşmanın 1, 15 ve 90. günlerinde DH örneğinin, olgunlaşmanın 30 ve 60. günlerinde ise sırasıyla KM ve SC örneklerinin F1 fraksiyonlarında DPPH* değeri daha yüksek bulunmuştur. Aynı fraksiyonların olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde YL ve olgunlaşmanın diğer günlerinde ise maya kültürü katılmamış CC örneğinde daha düşük DPPH* değeri tespit edilmiştir. Olgunlaşma boyunca Beyaz peynirinin F1 fraksiyonlarında DPPH* değerlerinde değişiklikler belirlenmiş CC ve DH örneklerinin olgunlaşmanın 90. gününde daha yüksek antioksidan aktivite saptanmıştır.

Olgunlaşmanın 1 ve 90. günlerinde DH peynirinin, 15 ve 60. günlerinde SC peynirinin ve olgunlaşmanın 30. gününde ise YL peynirinin F2 fraksiyonunda DPPH* değeri daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak olgunlaşma boyunca maya kültürü katılmamış CC peynirinin düşük DPPH* değerine sahip olması maya kültürlerinin F2 fraksiyonlarının DPPH* aktivitesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Olgunlaşma süresince örneklerin DPPH* değerinde değişiklikler meydana gelmiş ortalama DPPH* değeri daha fazla olgunlaşmanın 90. gününde saptanmıştır.

Olgunlaşmanın 30. günü dışında Beyaz peyniri örneklerinden CC ve YL örneklerinin F3 fraksiyonlarının DPPH* değeri diğer örneklerle göre daha düşük bulunmuştur. Olgunlaşmanın 30. gününde YL örneğinin ve 90. gününde ise DH örneğinin DPPH* değerleri daha yüksek bulunmuştur. Beyaz peynir örneklerinin F2 ile F3 fraksiyonlarının DPPH* profili benzerlik göstermiştir.

Olgunlaşmanın tüm günlerinde fraksiyonlar arasında ortalama DPPH* değeri F2 olan fraksiyonlarda daha fazla saptanmıştır. CC örneğinde olgunlaşmanın 90. günü, DH örneğinde olgunlaşmanın 15. gününde ve KM örneğinde olgunlaşmanın 15 ve 30. günlerinde F1 fraksiyonunda daha yüksek DPPH* değeri saptanmıştır. Belirtilen örneklerin geriye kalan olgunlaşma sürelerinde ve YL ile SC örneklerinin tüm olgunlaşma sürelerinde F2 olan fraksiyonlarda DPPH* değeri yüksek çıkmıştır. Beyaz peynir örneklerinin tüm fraksiyonlarında ortalama DPPH* değeri olgunlaşmanın 90. gününde ve SC örneğinde yüksek bulunmuştur.

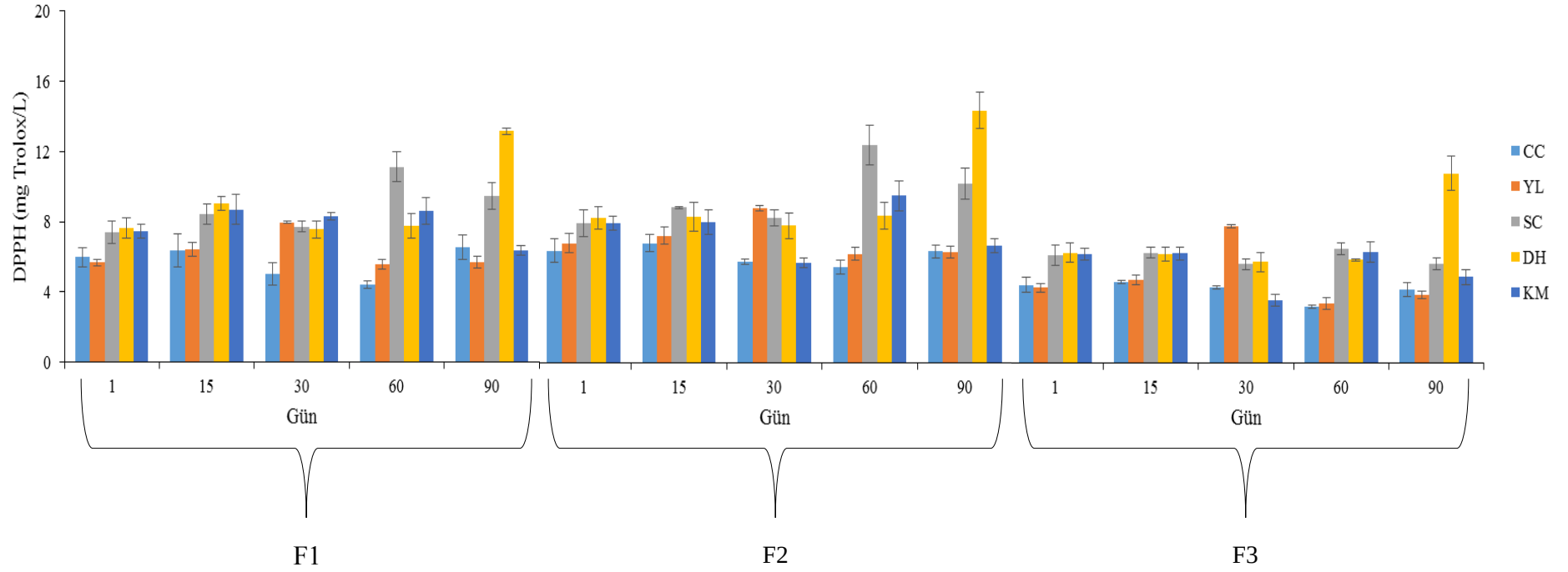
Bougatef vd. (2009), gastrointestinal proteazlar tarafından elde edilen kas proteini hidrolizatları 12.2 kDa, 6.5-12.2 kDa ve 3.5 kDa'dan küçük olmak üzere üç

fraksiyona ayırmışlar ve 3.5 kDa'dan küçük fraksiyonların diğer fraksiyonlara göre yüksek DPPH* aktivitesi olduğunu saptamışlardır. Pritchard vd. (2010), ticari Cheddar peynir ekstraktlarında 5 ve 10 kDa'dan küçük ve 10 kDa'da büyük fraksiyonların DPPH* aktivitesini incelemişlerdir. Araştırmacılar 10 kDa'dan büyük fraksiyonun daha yüksek DPPH* aktivitesi olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.25. Örneklerin olgunlaşma süresince antioksidatif aktivitelerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	ABTS ^{**}			DPPH [*]		
	KO	F	P	KO	F	P
Örnek	313.239	139.454	0.000	80.616	287.176	0.000
Olgunlaşma süresi	3031.099	1349.447	0.000	7.832	27.899	0.000
Fraksiyon	5480.473	2439.911	0.000	134.148	477.868	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	121.104	53.916	0.000	21.022	74.887	0.000
Örnek × Fraksiyon	37.962	16.901	0.000	2.210	7.874	0.000
Fraksiyon × Olgunlaşma süresi	486.217	216.464	0.000	1.875	6.678	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi × Fraksiyon	42.932	19.114	0.000	1.043	3.714	0.000

Çizelge 4.25'de Beyaz peynir örneklerinin ABTS^{**} ve DPPH^{*} değerleri açısından varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre ABTS^{**} ve DPPH^{*} değerleri üzerinde örnek, olgunlaşma süresi, fraksiyon ile örnek × olgunlaşma süresi, örnek × fraksiyon, fraksiyon × olgunlaşma süresi ve örnek × olgunlaşma süresi × fraksiyon interaksiyonlarının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Gupta vd. (2009), Cheddar peynir ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin üretimde kullanılan starter kültüre ve olgunlaşma süresine bağlı olduğunu belirtmiştir. Erkaya (2014), Beyaz peynir örneklerine ait antioksidan aktivite değerleri üzerine kültür ilavesinin etkisi ($P<0.05$), ambalaj ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin etkisi ($P<0.01$) ile kültür ilavesi × ambalaj ve ambalaj × olgunlaşma süresi interaksiyonlarının etkisi ($P<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunduğunu belirtmiştir. Ancak antioksidan aktivite değerleri üzerine kültür ilavesi × olgunlaşma süresi ve üç değişkene ait interaksiyonun etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını ($P>0.05$) ifade etmiştir. Öztürk (2015), inek ve keçi sütleri kullanarak üretmiş olduğu Tulum peynirlerinde süt türünün, olgunlaşma süresinin ve bunların interaksiyonun antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkisinin önemli ($P<0.01$) olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.35. Beyaz peynir ekstraktlarının olgunlaşma süresince DPPH* değerlerinde (mg Trolox/L) meydana gelen değişimler

4.6.3. Beyaz peynirlerin fraksiyonlarının biyoaktivite özelliklerinde istatistiksel analiz sonuçları

Çizelge 4.26’da Beyaz peynir fraksiyonlarının biyoaktif özellikleri açısından varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre ACE-i, IC₅₀, ABTS⁺⁺ ve DPPH^{*} değerleri üzerinde örnek, olgunlaşma süresi, fraksiyon ile örnek × olgunlaşma süresi, örnek × fraksiyon, fraksiyon × olgunlaşma süresi ve örnek × olgunlaşma süresi × fraksiyon interaksiyonlarının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$).

Çizelge 4.26. Beyaz peynirlerin fraksiyonlarının biyoaktivite özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		Biyoaktivite özellikleri			
		ACE-i	IC ₅₀	ABTS ⁺⁺	DPPH [*]
Örnek	KO	44.212	63.228	313.239	80.616
	F	136.070	82.142	139.454	287.176
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Olgunlaşma süresi	KO	161.070	465.405	3031.099	7.832
	F	495.723	604.631	1349.447	27.899
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Fraksiyon	KO	1415.910	5981.096	5480.473	134.148
	F	4357.728	7770.331	2439.911	477.868
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	KO	36.397	36.005	121.104	21.022
	F	112.019	46.775	53.916	74.887
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Örnek × Fraksiyon	KO	41.511	19.540	37.962	2.210
	F	127.758	25.385	16.901	7.874
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Fraksiyon × Olgunlaşma süresi	KO	239.797	278.362	486.217	1.875
	F	738.021	361.633	216.464	6.678
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi × Fraksiyon	KO	17.309	24.967	42.932	1.043
	F	53.272	32.436	19.114	3.714
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000

4.7. Beyaz Peynir Örneklerindeki Duyusal Özellikler

Çalışmanın bu kısmında olgunlaşma süresince Beyaz peynir örneklerinin duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler sunulmuştur (Çizelge 4.27). Beyaz peynir örneklerinde; renk ve görünüş, yapı ve tekstür, parlaklık, sertlik, olgun tat, tuzluluk seviyesi, koku, lezzet, yapışkanlık, ufalanma, süt tadı, maya kokusu, sünme ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen duyusal özellikler ve puanlar (n=2)

Duyusal özellik	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Renk ve görünüş	1	8.05±0.71 ^{c,B}	7.84±0.76 ^{bc,AB}	7.26±1.15 ^{ab,AB}	6.89±1.29 ^{a,B}	6.84±1.12 ^{a,AB}
	15	7.45±1.05 ^{b,AB}	7.25±1.07 ^{ab,A}	7.05±1.23 ^{ab,A}	7.25±1.25 ^{ab,B}	6.65±0.93 ^{a,AB}
	30	7.95±1.03 ^{b,A}	8.00±0.75 ^{b,B}	7.05±0.78 ^{b,B}	7.84±0.96 ^{a,AB}	6.53±0.90 ^{a,B}
	60	7.42±0.61 ^{b,A}	7.68±1.11 ^{b,AB}	7.11±0.81 ^{b,A}	6.05±1.22 ^{a,A}	6.37±0.83 ^{a,A}
	90	7.40±0.75 ^{bc,A}	7.60±0.99 ^{c,AB}	7.00±0.73 ^{ab,A}	6.75±1.12 ^{a,AB}	7.05±0.69 ^{abc,B}
Yapı ve tekstür	1	7.63±1.26 ^{b,A}	7.53±1.26 ^{b,A}	7.26±1.37 ^{ab,A}	6.84±1.38 ^{ab,B}	6.53±1.35 ^{a,AB}
	15	7.20±1.11 ^{a,A}	6.95±1.36 ^{a,A}	7.10±1.29 ^{a,A}	7.05±1.15 ^{a,B}	6.90±1.12 ^{a,B}
	30	7.26±1.28 ^{b,A}	7.26±1.10 ^{b,A}	7.37±0.96 ^{b,A}	6.37±1.07 ^{a,B}	5.95±1.13 ^{a,A}
	60	7.11±0.81 ^{b,A}	7.47±0.70 ^{b,A}	7.21±0.71 ^{b,A}	5.47±1.78 ^{a,A}	6.11±0.57 ^{a,A}
	90	6.90±0.85 ^{a,A}	6.95±1.36 ^{a,A}	6.95±0.76 ^{a,A}	6.25±1.12 ^{a,AB}	6.35±0.93 ^{a,AB}
Parlaklık	1	7.32±1.06 ^{ab,A}	7.47±0.84 ^{b,A}	7.11±0.94 ^{ab,A}	7.21±1.23 ^{ab,B}	6.74±1.15 ^{a,A}
	15	7.40±0.88 ^{a,A}	7.45±1.23 ^{a,A}	6.85±1.31 ^{a,A}	7.35±0.75 ^{a,B}	6.80±0.89 ^{a,A}
	30	7.37±1.12 ^{a,A}	7.42±0.90 ^{a,A}	7.05±0.78 ^{a,A}	6.79±0.92 ^{a,B}	6.89±0.74 ^{a,A}
	60	7.42±0.61 ^{b,A}	6.89±0.81 ^{b,A}	7.16±0.83 ^{b,A}	5.47±1.95 ^{a,A}	6.95±0.62 ^{b,A}
	90	7.25±0.72 ^{b,A}	6.95±0.60 ^{ab,A}	7.05±0.83 ^{ab,A}	6.50±1.00 ^{a,B}	6.80±0.89 ^{ab,A}
Sertlik	1	7.53±1.22 ^{b,B}	7.32±1.42 ^{ab,A}	7.37±0.96 ^{ab,A}	7.00±1.33 ^{ab,B}	6.53±1.12 ^{a,BC}
	15	7.25±1.07 ^{ab,AB}	6.60±0.99 ^{a,A}	6.80±1.11 ^{a,A}	7.15±1.04 ^{ab,B}	7.65±1.14 ^{b,D}
	30	7.58±1.02 ^{c,B}	7.05±1.08 ^{bc,A}	6.74±0.93 ^{b,A}	6.37±0.83 ^{b,AB}	5.11±1.20 ^{a,A}
	60	6.74±0.81 ^{b,A}	6.74±0.87 ^{b,A}	7.11±0.74 ^{b,A}	5.79±1.72 ^{a,A}	5.95±0.78 ^{a,B}
	90	6.80±0.89 ^{b,A}	7.00±0.73 ^{b,A}	6.90±0.72 ^{b,A}	6.05±1.36 ^{a,A}	6.80±1.01 ^{b,C}
Olgun tat	1	7.11±1.33 ^{a,A}	6.16±1.54 ^{a,A}	6.84±1.07 ^{a,AB}	6.79±1.32 ^{a,A}	6.26±1.10 ^{a,A}
	15	7.10±1.29 ^{a,A}	6.50±0.89 ^{a,AB}	6.65±1.04 ^{a,A}	6.70±1.17 ^{a,A}	7.05±0.94 ^{a,B}
	30	7.26±0.93 ^{c,A}	7.05±0.91 ^{bc,BC}	6.84±0.76 ^{abc,AB}	6.63±0.90 ^{ab,A}	6.26±0.81 ^{a,A}
	60	6.95±0.71 ^{a,A}	7.05±0.78 ^{a,BC}	7.05±0.85 ^{a,AB}	6.53±1.26 ^{a,A}	6.74±0.73 ^{a,AB}
	90	7.05±0.76 ^{ab,A}	7.50±0.95 ^{b,C}	7.30±0.80 ^{ab,B}	7.05±0.76 ^{ab,A}	6.90±0.79 ^{a,B}
Tuzluluk seviyesi	1	7.16±0.76 ^{ab,BC}	7.05±0.91 ^{ab,A}	7.32±0.75 ^{b,B}	7.00±0.67 ^{ab,B}	6.68±0.67 ^{a,B}
	15	7.35±0.59 ^{a,C}	7.10±0.72 ^{a,A}	7.25±0.72 ^{a,AB}	7.10±0.79 ^{a,B}	7.35±0.88 ^{a,C}
	30	6.79±0.79 ^{a,AB}	6.89±0.74 ^{a,A}	6.79±0.85 ^{a,A}	6.63±0.68 ^{a,AB}	6.42±0.51 ^{a,AB}
	60	6.63±0.68 ^{a,A}	7.16±0.69 ^{b,A}	7.16±0.60 ^{b,AB}	6.47±0.77 ^{a,A}	6.11±0.99 ^{a,A}
	90	6.65±0.81 ^{a,A}	7.20±0.77 ^{a,A}	7.15±0.75 ^{a,AB}	7.05±0.69 ^{a,B}	6.85±0.81 ^{a,BC}
Koku	1	7.26±1.37 ^{a,A}	6.74±1.15 ^{a,A}	7.32±0.82 ^{a,AB}	6.89±1.20 ^{a,AB}	6.84±0.96 ^{a,BC}
	15	7.40±1.19 ^{a,A}	7.00±1.08 ^{a,A}	7.60±0.75 ^{a,B}	7.10±1.02 ^{a,B}	7.25±0.79 ^{a,C}
	30	6.95±1.27 ^{bc,A}	7.21±0.92 ^{c,A}	6.89±0.94 ^{bc,A}	6.37±0.76 ^{ab,A}	6.11±0.74 ^{a,A}
	60	7.11±0.66 ^{bc,A}	6.89±0.81 ^{abc,A}	7.32±0.67 ^{c,AB}	6.68±0.82 ^{ab,AB}	6.53±0.77 ^{a,AB}
	90	7.10±0.72 ^{a,A}	7.20±0.62 ^{a,A}	7.15±0.49 ^{a,AB}	7.00±0.73 ^{a,AB}	7.05±0.69 ^{a,BC}

Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen duyuşal özellikler ve puanlar (n=2)
(devam)

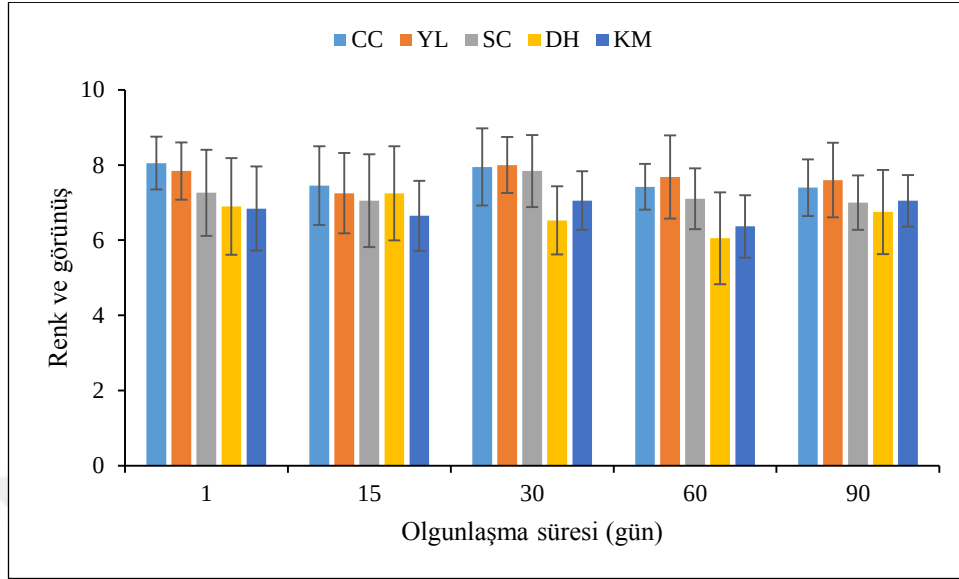
Duyuşal özellik	Gün	CC	YL	SC	DH	KM
Lezzet	1	7.37±0.83 ^{ab,B}	7.16±1.17 ^{ab,AB}	7.42±1.26 ^{b,A}	6.53±1.50 ^{a,A}	6.79±0.98 ^{ab,B}
	15	7.65±1.31 ^{b,B}	6.60±1.14 ^{a,A}	7.15±1.09 ^{ab,A}	7.05±1.54 ^{ab,A}	7.30±1.13 ^{ab,B}
	30	7.74±1.05 ^{b,B}	7.21±1.03 ^{ab,AB}	6.84±0.83 ^{a,A}	6.89±0.81 ^{a,A}	6.89±0.84 ^{a,B}
	60	7.16±0.69 ^{b,AB}	7.00±0.82 ^{b,AB}	7.42±0.69 ^{b,A}	6.42±1.17 ^{a,A}	6.21±0.63 ^{a,A}
	90	6.70±0.86 ^{b,A}	7.55±0.69 ^{a,B}	7.05±0.60 ^{a,A}	6.90±0.79 ^{a,A}	6.90±0.72 ^{a,B}
Yapışkanlık	1	7.21±1.40 ^{a,B}	7.68±1.00 ^{a,B}	7.26±0.65 ^{a,B}	6.89±0.66 ^{a,B}	7.11±0.74 ^{a,B}
	15	7.00±0.73 ^{ab,B}	6.60±0.94 ^{a,A}	7.05±0.76 ^{ab,B}	7.25±0.64 ^{b,B}	7.10±0.64 ^{ab,B}
	30	7.05±0.62 ^{b,B}	7.05±0.78 ^{b,A}	6.11±0.94 ^{a,A}	6.79±0.71 ^{b,B}	5.89±0.81 ^{a,A}
	60	6.11±0.88 ^{a,A}	6.68±0.67 ^{ab,A}	7.26±0.73 ^{b,B}	6.16±1.17 ^{a,A}	6.05±1.03 ^{a,A}
	90	7.00±1.12 ^{c,B}	6.70±0.86 ^{bc,A}	6.95±1.10 ^{b,c,B}	5.90±0.85 ^{a,A}	6.35±0.88 ^{ab,A}
Ufalanma	1	7.32±0.58 ^{a,B}	7.00±0.88 ^{a,AB}	7.42±1.02 ^{a,C}	6.84±0.76 ^{a,B}	7.16±0.90 ^{a,B}
	15	8.05±0.89 ^{b,C}	7.35±0.81 ^{a,B}	7.30±0.98 ^{a,BC}	7.35±1.14 ^{a,B}	7.55±0.89 ^{ab,B}
	30	7.11±0.66 ^{b,B}	7.00±0.75 ^{b,AB}	7.37±0.68 ^{b,BC}	6.95±0.78 ^{b,B}	5.37±0.75 ^{a,A}
	60	6.79±0.85 ^{c,B}	7.05±0.52 ^{c,AB}	6.68±0.82 ^{c,B}	4.74±0.66 ^{a,A}	5.68±1.11 ^{b,A}
	90	6.25±0.97 ^{b,A}	6.60±0.94 ^{b,A}	6.00±1.52 ^{ab,A}	5.50±1.00 ^{a,A}	5.50±0.89 ^{a,A}
Süt tadı	1	7.37±0.76 ^{a,B}	7.16±0.69 ^{a,AB}	7.21±0.92 ^{a,A}	7.21±1.03 ^{a,C}	7.00±0.94 ^{a,BC}
	15	7.10±1.02 ^{a,AB}	6.70±1.17 ^{a,A}	7.00±0.73 ^{a,A}	6.95±0.83 ^{a,BC}	7.20±0.83 ^{a,C}
	30	7.26±1.37 ^{b,AB}	7.42±0.84 ^{b,B}	7.21±0.85 ^{b,A}	6.89±0.88 ^{ab,BC}	6.37±0.76 ^{a,A}
	60	6.63±0.90 ^{bc,A}	7.05±0.78 ^{c,AB}	6.95±0.52 ^{bc,A}	6.00±1.11 ^{a,A}	6.42±0.77 ^{ab,A}
	90	7.25±0.79 ^{b,AB}	7.00±0.86 ^{ab,AB}	7.20±0.89 ^{b,A}	6.50±1.05 ^{a,AB}	6.60±0.82 ^{a,AB}
Maya kokusu	1	7.53±0.96 ^{b,BC}	7.63±0.68 ^{b,C}	6.84±1.01 ^{a,AB}	7.58±1.02 ^{b,C}	7.16±0.69 ^{ab,C}
	15	7.00±1.03 ^{a,AB}	7.00±0.79 ^{a,AB}	7.40±0.94 ^{a,B}	7.25±1.02 ^{a,BC}	7.35±0.88 ^{a,C}
	30	8.00±0.88 ^{c,C}	7.37±0.90 ^{b,BC}	6.84±0.90 ^{ab,AB}	6.84±0.76 ^{ab,B}	6.37±0.60 ^{a,A}
	60	6.79±0.98 ^{b,A}	6.63±0.83 ^{b,A}	6.58±0.69 ^{b,A}	5.53±0.96 ^{a,A}	6.58±0.84 ^{b,AB}
	90	7.10±0.64 ^{b,AB}	6.80±1.01 ^{b,AB}	6.95±1.28 ^{b,AB}	6.05±1.05 ^{a,A}	6.90±0.72 ^{b,BC}
Sünme	1	7.63±0.96 ^{ab,AB}	7.21±1.27 ^{a,AB}	8.37±0.68 ^{c,B}	8.00±0.94 ^{bc,B}	7.16±0.76 ^{a,C}
	15	7.25±0.91 ^{a,B}	7.60±0.88 ^{ab,B}	7.95±0.83 ^{bc,B}	7.80±0.83 ^{b,B}	8.40±0.50 ^{c,D}
	30	8.00±0.82 ^{c,C}	7.74±0.99 ^{c,B}	7.16±0.90 ^{b,A}	6.95±0.62 ^{b,A}	6.26±0.65 ^{a,A}
	60	6.21±1.36 ^{a,A}	6.63±0.76 ^{ab,A}	6.89±0.57 ^{b,A}	6.79±0.85 ^{ab,A}	6.63±0.68 ^{ab,AB}
	90	7.50±0.76 ^{b,BC}	7.45±0.69 ^{b,B}	7.20±1.36 ^{ab,A}	6.65±0.81 ^{a,A}	7.05±0.83 ^{ab,BC}
Genel beğeni	1	7.89±0.94 ^{c,C}	7.16±0.69 ^{c,A}	7.68±0.95 ^{b,B}	6.84±1.12 ^{ab,CD}	6.47±0.77 ^{a,AB}
	15	7.50±1.15 ^{a,BC}	7.10±0.79 ^{a,A}	7.45±1.05 ^{a,AB}	7.15±1.14 ^{a,D}	7.45±0.94 ^{a,C}
	30	8.00±0.94 ^{c,C}	7.21±0.98 ^{b,A}	7.11±0.66 ^{b,AB}	6.37±0.90 ^{a,BC}	6.37±0.12 ^{a,AB}
	60	6.79±0.85 ^{b,A}	7.11±0.74 ^{b,A}	7.37±0.76 ^{b,AB}	5.58±1.43 ^{a,A}	5.95±0.85 ^{a,A}
	90	7.20±0.77 ^{b,AB}	6.75±1.02 ^{b,A}	6.90±1.02 ^{b,A}	5.75±1.16 ^{a,AB}	6.75±0.85 ^{b,B}

Aynı satırda (a-c) ve sütunda (A-D) farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır. CC: klasik peynir kültürü, YL: klasik kültür + *Y. lipolytica*, SC: klasik kültür + *S. cerevisiae*, DH: klasik kültür + *D. hansenii*, KM: klasik kültür + *K. marxianus*.

4.7.1. Renk ve görünüş

Beyaz peynir örneklerinde renk ve görünüş puanları Çizelge 4.41 ve Şekil 4.36'da verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 30. günlerinde CC peyniri, olgunlaşmanın 30 ve 60. günlerinde ise YL peyniri renk ve görünüş özelliği daha çok puan almıştır. Ancak olgunlaşmanın 15. günü dışında diğer olgunlaşma sürelerinde DH ve KM

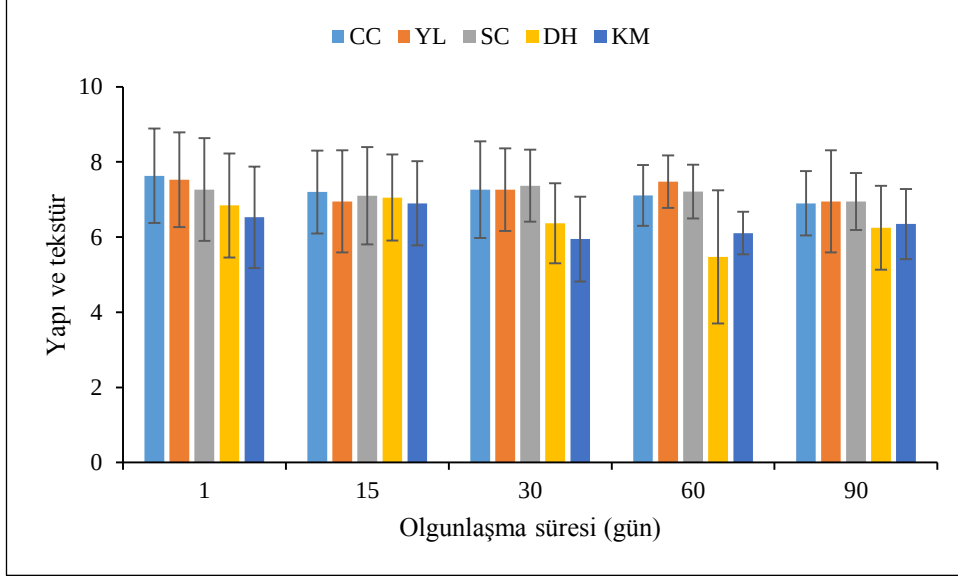
peynir örnekleri daha düşük puan almıştır. Genel olarak Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşmanın 30. gününde diğer günlere göre daha yüksek puan aldığı görülmektedir.



Şekil 4.36. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen renk ve görünüş puanları

4.7.2. Yapı ve tekstür

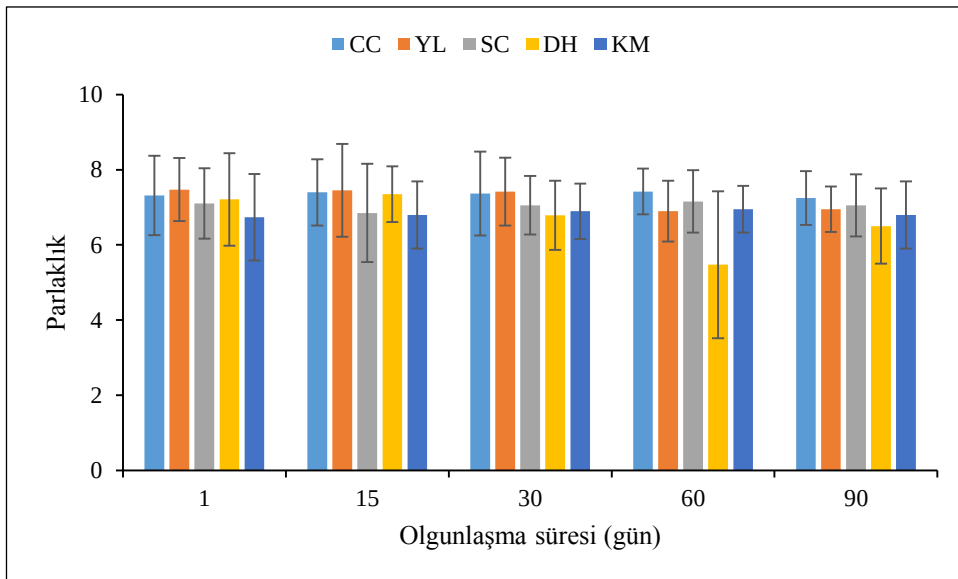
Beyaz peynir örneklerinde yapı ve tekstür puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.37’de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde CC örneğine daha yüksek puan verilmiş ancak olgunlaşmanın 15. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinin yapı ve tekstür puanları birbirine yakın değerlendirilmiştir. Genel olarak olgunlaşmanın sonlarına doğru Beyaz peynir örneklerinin yapı ve tekstür puanlarında azalmalar görülmüştür. Tüm olgunlaşma sürelerinde DH ve KM peynir örnekleri yapı ve tekstür bakımından daha düşük puan almıştır.



Şekil 4.37. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen yapı ve tekstür puanları

4.7.3. Parlaklık

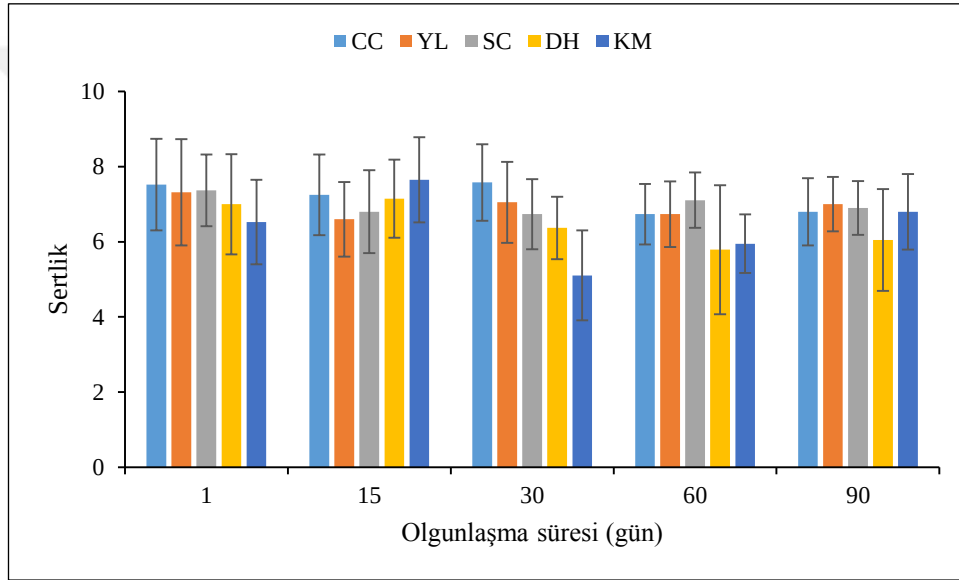
Beyaz peynir örneklerinde parlaklık puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.38’de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 30. günlerinde CC ve YL örneklerinin, olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde ise CC örneğinin parlaklık puanının daha yüksek olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 1 ve 15. günlerinde KM örneğine, diğer olgunlaşma sürelerinde ise DH örneğine daha düşük parlaklık puanı verilmiştir. CC, YL ve SC örneklerinde parlaklık puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.38. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen parlaklık puanları

4.7.4. Sertlik

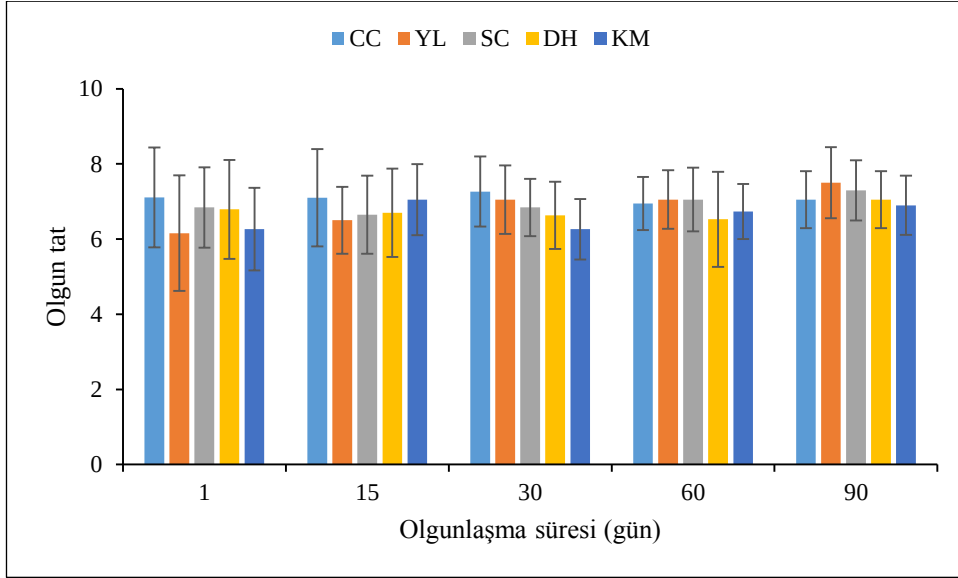
Beyaz peynir örneklerinde sertlik puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.39’da verilmiştir. Olgunlaşmanın tüm günlerinde yüksek puan alan örnekler arasında CC örneği bulunmaktadır. Genel olarak olgunlaşmanın 30. gününden sonra Beyaz peynir örneklerinin sertlik puanlarında düşüş görülmektedir. Olgunlaşmanın 15. günü dışında diğer olgunlaşma günlerinde DH ve KM örneklerine daha düşük puan verilmiştir. YL ve SC örneklerinde sertlik puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir. Genel olarak olgunlaşmanın 30. gününden sonra Beyaz peynir örneklerine verilen sertlik puanlarda düşüşler meydana gelmiştir.



Şekil 4.39. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen sertlik puanları

4.7.5. Olgun tat

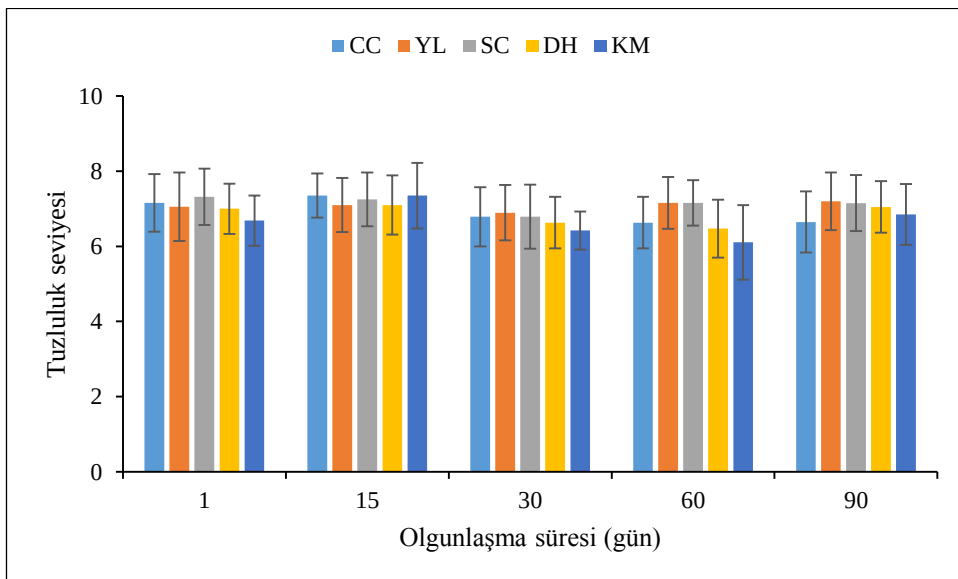
Beyaz peynir örneklerinde olgun tat puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.40’da verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 30. günlerinde CC, olgunlaşmanın 60. gününde YL ve SC örneklerine ve olgunlaşmanın 90. gününde ise YL örneğine daha yüksek puan verilmiştir. Beyaz peynir örnekleri arasında DH ve KM örneklerine daha düşük puan verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 60. günlerinde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen olgun tat puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca CC ve DH örneklerinde olgun tat puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.40. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen olgun tat puanları

4.7.6. Tuzluluk seviyesi

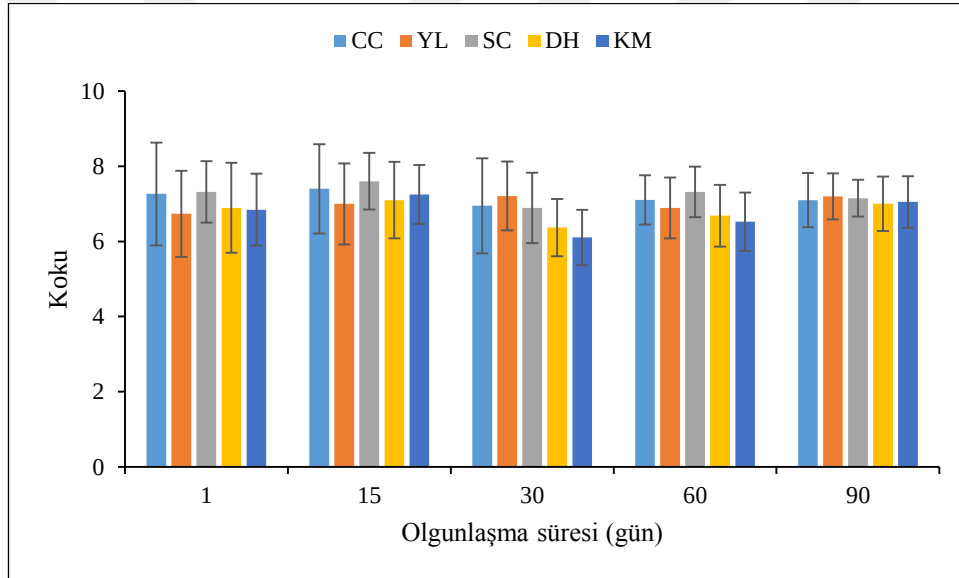
Beyaz peynir örneklerinde tuzluluk seviyesi puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.41’de verilmiştir. Olgunlaşmanın ilk günlerinde CC örneğine, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise YL ve SC örneklerine daha yüksek puan verilmiştir. Olgunlaşma süreleri arasında 15. günde Beyaz peynir örneklerine daha yüksek puan verilmesine karşın olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde verilen puanlarda düşüşler görülmektedir. Olgunlaşmanın 15, 30 ve 90. günlerinde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen tuzluluk seviyesi puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca YL örneğine tuzluluk seviyesi puanının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.41. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen tuzluluk seviyesi puanları

4.7.7. Koku

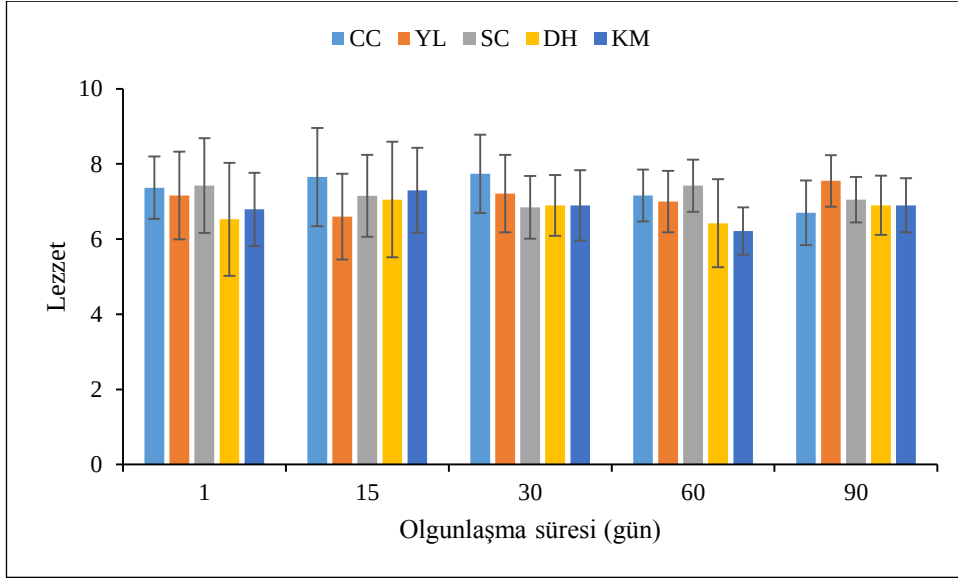
Beyaz peynir örneklerinde koku puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.42’de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 60. günlerinde CC ve SC örneklerine, olgunlaşmanın 30 ve 90. günlerinde ise YL örneğine verilen koku puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süreleri arasında olgunlaşmanın 30. gününde Beyaz peynir örneklerine genel olarak daha düşük puan verilmiştir. Beyaz peynir örnekleri arasında KM örneğine koku puanı daha düşük verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 90. günlerinde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen koku puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca CC ve YL örneklerine verilen koku puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.42. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen koku puanları

4.7.8. Lezzet

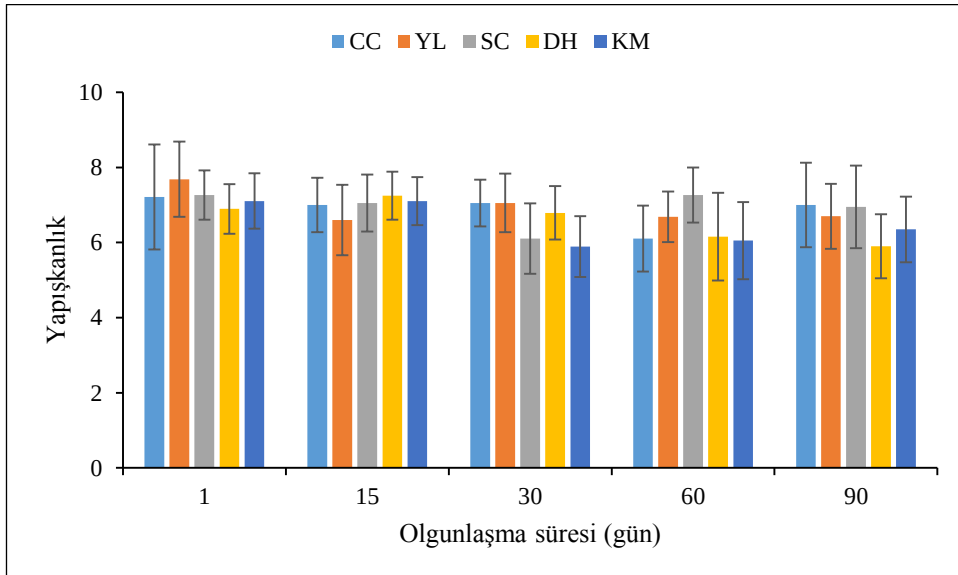
Beyaz peynir örneklerinde lezzet puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.43’de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 60. günlerinde CC ve SC örneklerine, olgunlaşmanın 30 ve 90. günlerinde ise sırasıyla CC ve YL örneklerine verilen lezzet puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süreleri arasında olgunlaşmanın 60. gününde Beyaz peynir örneklerine genel olarak daha düşük puan verilmiştir. Beyaz peynir örnekleri arasında DH örneğine lezzet puanı daha düşük verilmiştir. SC ve DH örneklerine verilen lezzet puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.43. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen lezzet puanları

4.7.9. Yapışkanlık

Beyaz peynir örneklerinde yapışkanlık puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.44’de verilmiştir. Genel olarak Beyaz peynir örneklerine verilen yapışkanlık puanları olgunlaşma süresince azalmıştır. Olgunlaşma günleri arasında yüksek puan alan Beyaz peyniri örneklerinde değişiklikler görülmüştür. Olgunlaşmanın 1. gününde YL, olgunlaşmanın 15. gününde DH, olgunlaşmanın 30. gününde CC ve YL, olgunlaşmanın 60. gününde SC ve olgunlaşmanın 90. gününde maya kültürü katılmamış CC örneğine daha yüksek puan verilmiştir.



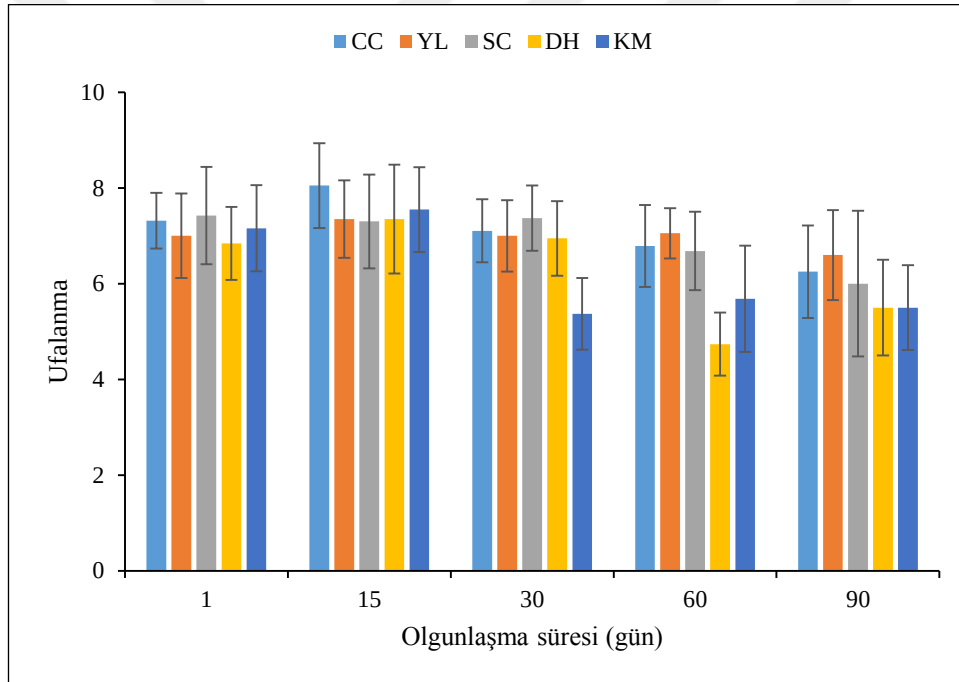
Şekil 4.44. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen yapışkanlık puanları

Olgunlaşmanın 1., 60. ve 90. günlerinde DH ve KM örneklerine daha düşük yapışkanlık puanı verilmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde tüm Beyaz peynir

örneklerinde verilen yapışkanlık puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

4.7.10. Ufalanma

Beyaz peynir örneklerinde ufalanma puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.45’de verilmiştir. Olgunlaşma süreleri arasında olgunlaşmanın 15. gününde Beyaz peynir örneklerine daha yüksek ufalanma puanı verilmiştir. Olgunlaşmanın 15. günü dışında diğer olgunlaşma sürelerinde Beyaz peynirlere verilen yapışkanlık puanlarında düşüşler görülmektedir. Beyaz peynir örnekleri arasında CC örneğine daha yüksek ve DH ile KM örneklerine ise daha düşük puanlar verilmiştir. DH örneği dışında Beyaz peyniri örneklerine verilen puanların olgunlaşmanın son gününde önemli derecede ($P<0.05$) azaldığı saptanmıştır.

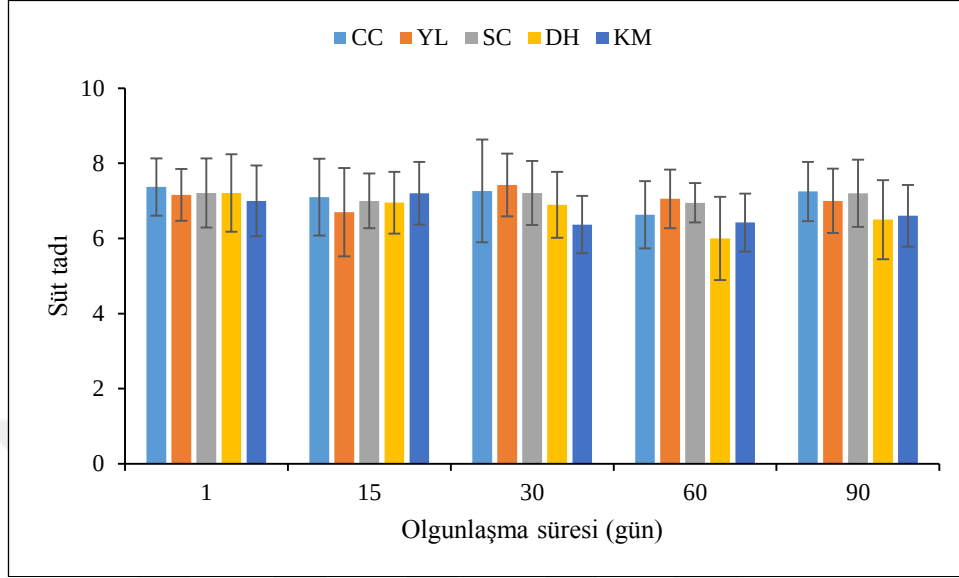


Şekil 4.45. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen ufalanma puanları

4.7.11. Süt tadı

Beyaz peynir örneklerinde süt tadı puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.46’da verilmiştir. Olgunlaşmanın 1, 15 ve 90. günlerinde CC örneğine, olgunlaşmanın 30 ve 60. günlerinde ise YL örneğine daha yüksek süt tadı puanı verilmiştir. Ortalama süt tadı puanlarını değerlendirecek olursak CC ve SC örneklerine daha yüksek, DH ve KM örneklerine ise daha düşük puan verilmiştir. Süt tadı puanlarının özellikle olgunlaşmanın 60. gününde düşük olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 1 ve 15. günlerinde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen süt tadı puanları arasında önemli bir

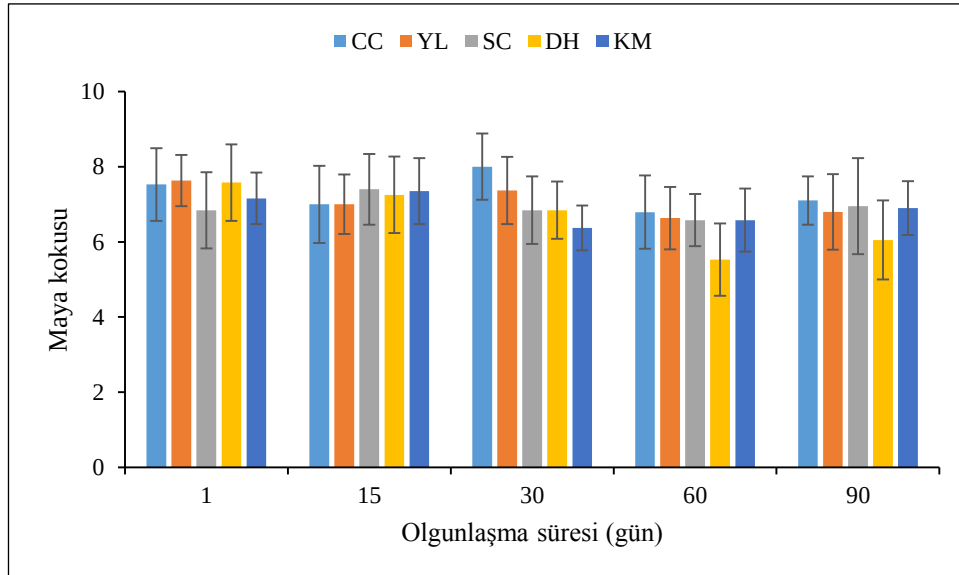
farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca SC örneğine verilen süt tadı puanlarının olgunlaşma sürelerinde önemli derecede değişmediği ($P>0.05$) görülmektedir.



Şekil 4.46. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen süt tadı puanları

4.7.12. Maya kokusu

Beyaz peynir örneklerinde maya kokusu puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.47’de verilmiştir.



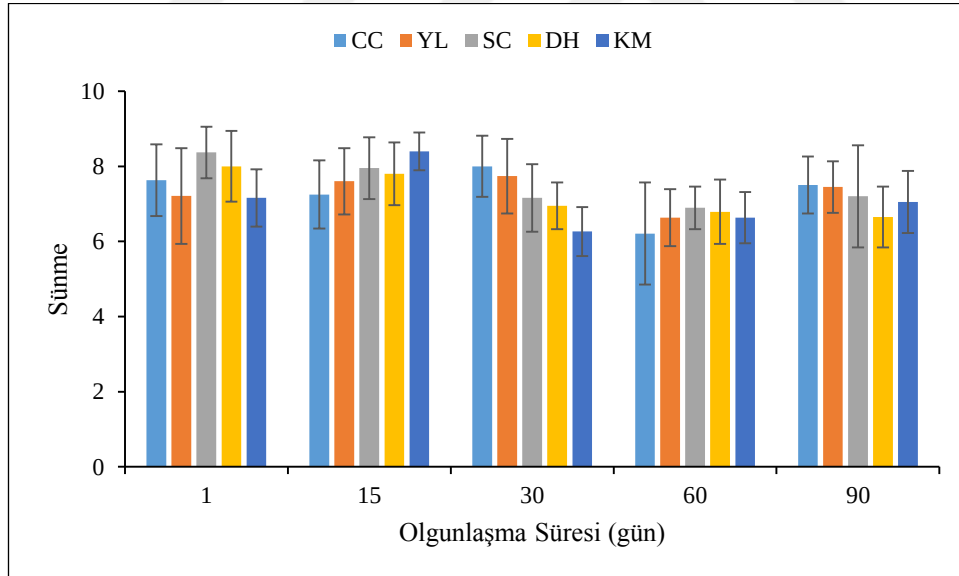
Şekil 4.47. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen maya kokusu puanları

Olgunlaşmanın 1 ve 15. günlerinde sırasıyla YL ve SC örneklerine ve diğer olgunlaşma günlerinde ise CC örneğine daha yüksek puan verilmiştir. Olgunlaşmanın 1 ve 30. günlerinde sırasıyla SC ve KM örneklerine, diğer olgunlaşma günlerinde ise

DH örneğine maya kokusunun panelistler tarafından algılanması nedeniyle daha düşük puan verilmiştir. Ortalama olarak CC örneğine daha yüksek ve DH örneğine daha düşük puan verilmiştir. Olgunlaşmanın ilerlemesine bağlı olarak maya kokusunun Beyaz peynir örneklerinde algılanması nedeniyle verilen puanlarda azalmalar görülmüştür. Olgunlaşmanın 15. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen maya kokusu puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

4.7.13. Sünme

Beyaz peynir örneklerinde sünme puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.48’de verilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca Beyaz peynir örneklerine verilen sünme puanları değişiklik göstermiş, ancak DH örneğine verilen puanın olgunlaşma süresince azaldığı görülmüştür. Beyaz peynir örnekleri arasında SC örneğine daha yüksek ve KM örneğine daha düşük puan verilmiştir. Olgunlaşma süreleri arasında Beyaz peynir örneklerine 15. günde daha yüksek ve 60. güne daha düşük puanların verildiği belirlenmiştir. Hem Beyaz peynir örnekleri arasında hem de olgunlaşma süreleri arasında sünme puanlarında önemli derecede ($P<0.05$) değişiklik görülmüştür.

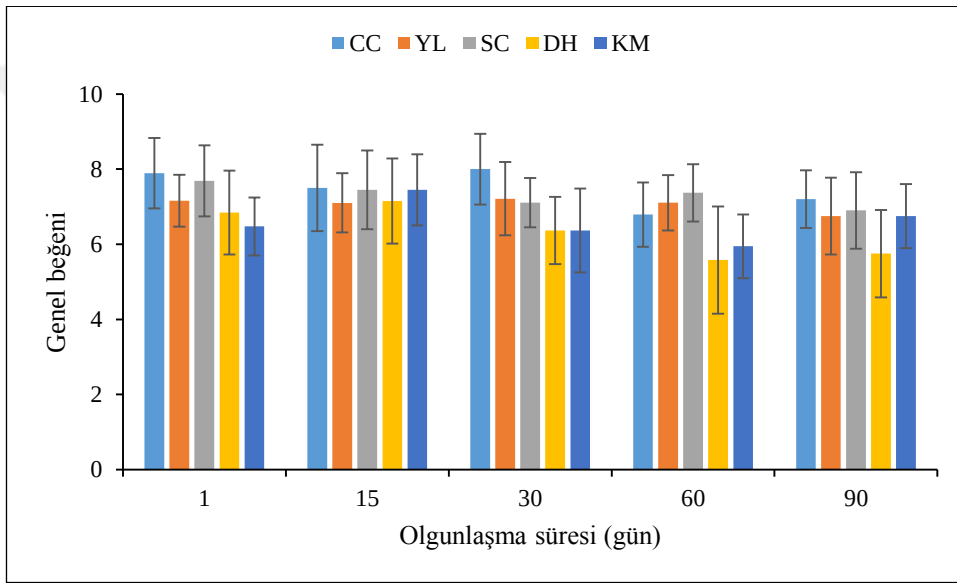


Şekil 4.48. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen sünme puanları

4.7.14. Genel beğeni

Beyaz peynir örneklerinde sünme puanları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.49’da verilmiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde SC örneğine, diğer olgunlaşma sürelerinde ise CC örneğine daha yüksek puan verilmiştir. İkinci sırada en beğenilen ise olgunlaşmanın 1 ve 90. günlerinde SC, olgunlaşmanın 15. gününde SC ve KM

örnekleri, olgunlaşmanın 30 ve 60. günlerinde ise YL örneği olmuştur. Genel beğeni olarak en düşük puan alan Beyaz peynirler ise olgunlaşmanın 1. gününde KM, olgunlaşmanın 15. gününde YL, olgunlaşmanın 30. gününde DH ve KM örnekleri, olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde ise DH örneği bulunmuştur. Genel olarak Beyaz peynir örnekleri arasında sırasıyla CC ve SC örnekleri daha yüksek, DH ve KM örnekleri ise daha düşük puan almıştır. Olgunlaşma günleri arasında ise sırasıyla 15. ve 1. günlerinde daha yüksek, 60 ve 90. günlerinde ise daha düşük puan verilmiştir. Olgunlaşmanın 15. gününde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen genel beğeni puanları arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.



Şekil 4.49. Beyaz peynir örneklerine olgunlaşma süresince verilen genel beğeni puanları

4.7.15. Beyaz peynirlerin duyu özelliklerinin istatistik analiz sonuçları

Çizelge 4.28’de Beyaz peynir örneklerinin duyu özellik puanlarına göre varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre örnek parametresinin tüm duyu özellikleri üzerine önemli derecede ($P<0.05$) etkisinin olduğu görülmektedir. Olgunlaşma süresinin lezzet ($P>0.05$) parametresi dışında diğer duyu özellikleri üzerinde önemli düzeyde ($P<0.05$) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun olgun tat ve koku ($P>0.05$) parametreleri dışında diğer duyu özellikleri üzerinde önemli derecede ($P<0.05$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Beyaz peynir örneklerin duyuşsal özellik puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Duyuşsal özellikler	KO	F	P
Örnek	Renk ve görünüş	20.731	21.790	0.000
	Yapı ve tekstür	19.822	15.189	0.000
	Parlaklık	7.733	7.981	0.000
	Sertlik	11.030	9.687	0.000
	Olgun tat	2.956	2.953	0.020
	Tuzluluk seviyesi	3.195	5.660	0.000
	Koku	4.563	5.599	0.000
	Lezzet	5.547	5.510	0.000
	Yapışkanlık	4.018	5.257	0.000
	Ufalanma	16.910	15.013	0.000
	Süt tadı	4.366	5.376	0.000
	Maya kokusu	5.475	6.790	0.000
	Sünme	2.190	2.854	0.023
	Genel Beğeni	22.071	23.946	0.000
Olgunlaşma süresi	Renk ve görünüş	4.450	4.677	0.001
	Yapı ve tekstür	4.426	3.391	0.009
	Parlaklık	2.964	3.059	0.017
	Sertlik	8.907	7.822	0.000
	Olgun tat	3.620	3.618	0.006
	Tuzluluk seviyesi	4.998	8.855	0.000
	Koku	4.332	5.316	0.000
	Lezzet	1.300	1.292	0.272
	Yapışkanlık	10.482	13.714	0.000
	Ufalanma	41.097	36.487	0.000
	Süt tadı	4.328	5.331	0.000
	Maya kokusu	13.253	16.436	0.000
	Sünme	20.579	26.812	0.000
	Genel Beğeni	10.705	11.614	0.000
Örnek × Olgunlaşma süresi	Renk ve görünüş	1.680	1.766	0.033
	Yapı ve tekstür	2.248	1.723	0.040
	Parlaklık	2.478	2.557	0.001
	Sertlik	5.352	4.700	0.000
	Olgun tat	1.617	1.616	0.061
	Tuzluluk seviyesi	0.962	1.704	0.043
	Koku	0.972	1.193	0.269
	Lezzet	2.590	2.573	0.001
	Yapışkanlık	3.447	4.510	0.000
	Ufalanma	5.102	4.530	0.000
	Süt tadı	1.453	1.789	0.030
	Maya kokusu	3.289	4.079	0.000
	Sünme	4.797	6.249	0.000
	Genel Beğeni	2.874	3.118	0.000

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* klasik kültürün yanında *Yarrowia lipolytica* NCYC 376, *Saccharomyces cerevisiae* NCYC 167, *Debaryomyces hansenii* NCYC 2572 ve *Kluyveromyces marxianus* NCYC 179 maya kültürleri kullanılarak üretilen Beyaz peynir örnekleri 7 ± 1 °C’de 90 gün boyunca olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde Beyaz peynirlerde bileşim, proteoliz, mikrobiyolojik, aroma profilleri, biyoaktivite ve duyuşal özellikler belirlenmiştir.

- Olgunlaşma süresince peynirlerin kuru madde miktarları azalmış, tuz miktarları artmıştır. Buna karşın peynir salamuralarında kuru madde miktarı artmış, tuz miktarı azalmıştır. Bu durum, peynir kitlesinden salamuraya suda çözünebilir kuru madde transferi ve proteoliz sonucu çeşitli bileşiklerin geçtiğini, ayrıca salamuradaki tuz iyonlarının ise peynir kitlesine doğru difüzyon olduğunu göstermiştir.
- Genellikle olgunlaşma boyunca peynirlerde proteolizin arttığı belirlenmiştir. Özellikle YL ve DH peynirlerinde orta molekül ağırlığa sahip peptitlerin, CC ve SC peynirinde ise küçük molekül ağırlığa sahip peptitlerin oluşumunun daha fazla olduğu saptanmıştır. Tüm peynirlerde β -kazeinden ziyade α_{s1} -kazeinin parçalama eğiliminde olduğu görülmüştür. Olgunlaşma sonuna gelindiğinde Beyaz peynir örnekleri arasında β -kazeini YL mayası, α_{s1} -kazeini ise DH mayasının daha fazla hidrolize uğrattığı belirlenmiştir.
- Tüm peynirlerde TAMB, LAB ve maya sayıları olgunlaşmanın 60. gününden itibaren önemli derecede azalma göstermiştir. Olgunlaşmanın sonunda YL peynirinde maya sayısının daha düşük olması, bu peynirdeki maya hücrelerinin peynir ortamında lize olabileceğini düşündürmüştür. Proteoliz sonuçlarını göz önüne aldığımızda, maya hücresinin içindeki proteolitik enzimlerin peynir ortamına geçtiği ve aktivite göstermediği varsayılabilir.
- Peynirlerde hem miktar hem de bileşik sayısı bakımından en çok bulunan aroma grupları esterler ve alkollerdir. Olgunlaşma süresince ester bileşikleri arasından etil bütanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat; alkol bileşikleri arasında ise etanol, 2-metil-1-propanol, 3-metil-1-bütanol, 2,7-dimetil-4,5-oktanediol ve benzen

etanol oluşumunda maya kültürlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak peynir örneklerinde alkol bileşiklerinin oluşumunda *D. hansenii* ve *K. marxianus*'un, aldehit ve keton bileşiklerinin oluşumunda ise *Y. lipolytica*'nın daha etkili olduğu belirtilebilir.

- Peynirlerde pH 4.6-SN fraksiyonların (F1) ve bu fraksiyonların ultrafiltrasyon (UF) edilmesi ile 3 kDa'dan küçük (F2) ve 3 kDa'dan büyük fraksiyonların (F3) antihipertansif aktiviteleri incelendiğinde, F1 fraksiyonunun daha yüksek ACE-i aktivitesine sahip olduğu ifade edilebilir. Bu durum ACE-i aktivitesinin sadece peptitlerin boyutları (molekül ağırlığı/zincir uzunluğu) ile ilgili olmayıp, aynı zamanda fraksiyonlardaki amino asit dizilimindeki farklılıkları ile de ilişkili olabileceği söylenebilir. Ayrıca peynir örnekleri arasında YL ve DH örneklerinin, ACE-i aktivitesine sahip peptit üretme performanslarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın tüm günlerinde fraksiyonlar arasında ortalama ABTS^{•+} değeri F3, ortalama DPPH[•] değeri ise F2 olan fraksiyonlarda daha fazla saptanmıştır. F1 ve F2 fraksiyonlarında YL örneği, F3 fraksiyonunda ise DH örneğinde ortalama ABTS^{•+} değeri daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerin tüm fraksiyonlarında ortalama DPPH[•] değeri olgunlaşmanın 90. gününde ve örnekler arasında SC örneğinde daha yüksek bulunmuştur.
- Genel olarak, olgunlaşmanın sonlarına doğru peynirlerin yapı ve tekstür puanlarında azalmalar görülmüştür. Beyaz peyniri üretiminde maya kültürlerinin kullanımının, panelistlerin koku puanlamalarını olumsuz etkilemediğini ve olgunlaşmanın 1, 15 ve 90. günlerinde tüm Beyaz peynir örneklerinde verilen koku puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Genel olarak Beyaz peynir örnekleri arasında sırasıyla CC ve SC örneklerine daha yüksek, DH ve KM örneklerine ise daha düşük genel beğeni puanları verilmiştir. Beyaz peynir örneklerine verilen genel beğeni puanları üzerinde yapı ve tekstür, parlaklık, sertlik, lezzet ve yapışkanlık özelliklerinin daha çok etkisi olduğu belirtilebilir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde bundan sonraki çalışmalarda;

- Çalışmada kullanılan maya kültürlerinin antimikrobiyal özellikleri incelenebilir.

- Maya hücrelerinin farklı sonikasyon koşulları ile zayıflatılmış hücrelerinin peynir üretiminde kullanımına bağlı olarak peptit profilleri ve peptitlerin biyoaktif özellikleri incelenebilir.
- Daha farklı maya kültürlerinin peynir üretiminde kullanılarak farklı olgunlaşma derecelerinde daha uzun süre olgunlaşmaya bırakılan peynirlerde peptit profilleri ve biyoaktivite özellikleri değerlendirilebilir.
- Farklı maya kültürleri kullanılarak üretilen peynirlerin peptit profillerine bağlı olarak HPLC ile fraksiyonlara ayrılması sağlanabilir ve bu fraksiyonların biyoaktivite özellikleri belirlenebilir. Ayrıca biyoaktivite özelliği gösteren fraksiyonların peptit dizilimi araştırılabilir.
- Maya kültürleri ile fonksiyonel özelliği artırılmış yeni ürünlerin üretimi üzerine daha fazla çalışma yapılarak endüstride maya kültürlerinin kullanım olanakları araştırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abilleira, E., Schlichtherle-Cerny, H., Virto, M., de Renobales, M., Barron, L.J.R. (2010). Volatile composition and aroma-active compounds of farmhouse Idiazabal cheese made in winter and spring. *Int. Dairy J.* **20**, 537–544.
- Ahn, J.E., Park, S.Y., Atwal, A., Gibbs, B.F., Lee, B.H. (2009). Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from whey fermented by *Lactobacillus* species. *J. Food Biochem.* **33**, 587–602.
- Akalın, A.S., Karaman, A.D. (2010). Influence of packaging systems on the biochemical characteristics and volatile compounds of industrially produced Turkish white cheese. *J. Food Biochem.* **35**, 663–680.
- Aloğlu, H.Ş., Öner, Z. (2011). Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. *J. Dairy Sci.* **94**, 5305–5314.
- Álvarez-Martín, P., Flórez, A.B., Hernández-Barranco, A., Mayo, B. (2008). Interaction between dairy yeasts and lactic acid bacteria strains during milk fermentation. *Food Control* **19**, 62–70.
- Andrews, A.T. (1983). Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins. *J. Dairy Res.* **50**, 240–246.
- Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Tebliğ No. 2015/6, RG: 08.02.2015, 29261, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Anonim (2017). Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ, Resmi Gazete, 27.04.2017, Sayı: 30050, Ankara.
- Anonim (2018). <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30715> (Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2019).
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis* (15. Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ardö, Y. Polychroniadou, A. (1999). *Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese*. Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Ashenafi, M. (1989). Proteolytic, lipolytic and fermentative properties of yeasts isolated from Ayib, a traditional Ethiopian Cottage cheese. *SINET: Ethiopian J. Sci.* **12**, 131–139.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., Hayaloğlu, A.A. (2011). Peynirde aroma (pp: 263–302). In: Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Eds.) *Peynir Biliminin Temelleri*. Sıdaş, İzmir.
- Badem, A. (2015). *Rennet kazeinin kaşar peynirinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite niteliklerine etkisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Bansal, N., Piraino, P., McSweeney, P.L.H. (2010). Determination of proteolysis in cheese (pp: 405–426). In: Nolle, N.M.L., Toldrá, F. (Eds.) *Handbook of Dairy Foods Analysis*. CRC Press, Boca Raton.
- Berlowska, J., Dudkiewicz-Kołodziejaska, M., Pawlikowska, E., Pielech-Przybylska, K., Balcerek, M., Czysowska, A., Kregiel, D. (2017). Utilization of post-fermentation yeasts for yeast extract production by autolysis: the effect of yeast strain and saponin from *Quillaja saponaria*. *J. Inst. Brew.* **123**, 396–401.
- Berrocal, R., Chanton, S., Juilleart, M.A., Pavillard, B., Scherz, J.C., Jost, R. (1989). Tryptic phosphopeptides from whole casein. II Physicochemical properties related to the solubilization of calcium. *J. Dairy Res.* **56**, 335–341.
- Bezerra, T.K.A., Araújo, A.R.R., Arcanjo, N.M.O., Silva, F.L.H., Queiroga, R.C.R.E., Madruga, M.S. (2016). Optimization of the HS-SPME-GC/MS technique for the analysis of volatile compounds in caprine Coalho cheese using response surface methodology. *Food Sci. Technol.* **36**, 103–110.

- Bhopale, G.M. (2016). Bovine milk derived peptides: A comprehensive review. *Eur. J. Phar. Med. Res.* **3**, 167–170.
- Bintsis, T. (2006). Quality of the brine. (pp: 264–301). In: Tamime A. (Ed.), *Brined Cheeses*. Blackwell Publishing, UK.
- Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., Davies, R., Robinson, R.K. (2000). Microbiology of brines used to mature Feta cheese. *Int. J. Dairy Technol.* **53**, 106–112.
- Bintsis, T., Robinson, R.K. (2004). A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chem.* **88**, 435–441.
- Bintsis, T., Vafopoulou-Mastrogiannaki, A., Litopoulou-Tzanetaki, E., Robinson, R.K., (2003). Protease, peptidase and esterase activities by lactobacilli and yeast isolates from Feta cheese brine. *J. Appl. Microbiol.* **95**, 68–77.
- Blakesley, R.W., Boezi, J.A. (1977). A new staining technique for proteins in polyacrylamide gels using Coomassie Brilliant Blue G250. *Ann. Biochem.* **82**, 580–581.
- Bottesini, C., Paoletta, S., Lambertini, F., Galaverna, G., Tedeschi, T., Dossena, A., Marchelli, R., Sforza, S. (2013). Antioxidant capacity of water soluble extracts from Parmigiano-Reggiano cheese. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **64**, 53–958.
- Bougatef, A., Hajji, M., Balti, R., Lassoued, I., Triki-Ellouz, Y., Nasri, M. (2009). Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chem.* **114**, 1198–1205.
- Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Ravallec-Plé, R., Leroy, Y., Guillochon, D., Barkia, A., Nasri, M. (2008). Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activities of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products protein hydrolysates obtained by treatment with microbial and visceral fish serine proteases. *Food Chem.* **111**, 350–356.
- Bourrie, B.C.T., Willing, B.P., Cotter, P.D. (2016). The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Front. Microbiol.* **7**, 1–17.
- Bozoudi, D., Kondyli, E., Claps, S., Hatzikamari, M., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G., Litopoulou-Tzanetaki, E. (2018). Compositional characteristics and volatile organic compounds of traditional PDO Feta cheese made in two different mountainous areas of Greece. *Int. J. Dairy Technol.* **71**, 673–682.
- Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E., Vines, B.K. (1993). Chemical and physical methods. (pp: 433–531). In: Wehr, M., Frank, J. (Eds.), *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. American Public Health Association, Washington,.
- Brantl, V., Teschemacher, H., Henschen, A., Lottspeich, F. (1979). Novel opioid peptides derived from casein (casomorphins) Isolation from bovine casein peptone. *Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem.* **360**, 1211–1216.
- Broadbent, J.R., Barnes, M., Brennand, C., Strickland, M., Houck, K., Johnson, M.E., Steele, J.L. (2002). Contribution of *Lactococcus lactis* cell envelope proteinase specificity to peptide accumulation and bitterness in reduced-fat cheddar cheese. *Appl. Environ. Microbiol.* **68**, 1778–1785.
- Budak, Ş.Ö., Akal, H.C. (2018). *Microbial Cultures and Enzymes in Dairy Technology*. IGI Global, USA, 431 p.
- Bulat, T. (2011). *Beyaz Peynir Üretiminde Probiyotik Enterococcus faecium'un ek kültür olarak kullanımı ve bunun oksidasyon–redüksiyon potansiyeli ve peynir kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Cakmakci, S., Hayaloglu, A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *Int. J. Dairy Technol.* **64**, 444–450.
- Cardoso, V.M., Borelli, B.M., Lara, C.A., Soares, M.A., Pataro, C., Bodevan, E.C., Rosa, C.A. (2015). The influence of seasons and ripening time on yeast communities of a traditional Brazilian cheese. *Food Res. Int.* **69**, 331–340.
- Chaves-López, C., Serio, A., Paparella, A., Martuscelli, M., Corsetti, A., Tofalo, R., Suzzi, G. (2014). Impact of microbial cultures on proteolysis and release of bioactive peptides in fermented milk. *Food Microbiol.* **42**, 117–121.
- Chen, G-W., Tsai, J-S., Pan, B.S. (2007). Purification of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides and antihypertensive effect of milk produced by protease-facilitated lactic fermentation. *Int. Dairy J.* **17**, 641–647.
- Chen, J., Lindmark-Månsson, H., Gorton, L., Åkesson, B. (2003). Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *Int. Dairy J.* **13**, 927–935.
- Chen, J., Liu, S., Ye, R., Cai, G., Ji, B., Wu, Y. (2013). Angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory tripeptides from rice protein hydrolysate: Purification and characterization. *J. Funct. Foods* **5**, 1684–1692.
- Christensen, J.E., Dudley, E.G., Pederson, J.A., Steele, J.L. (1999). Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. *Antonie Leeuwenhoek* **76**, 217–246.
- Cian, R.E., Vioque, J., Drago, S.R. (2015). Structure–mechanism relationship of antioxidant and ACE I inhibitory peptides from wheat gluten hydrolysate fractionated by pH. *Food Res. Int.* **69**, 216–223.
- Clare, D.A., Swaisgood, H.E. (2000). Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. *J. Dairy Sci.* **83**, 1187–1195.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M.G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.* **13**, 841–866.
- Cornu, A., Kondjoyan, N., Martin, B., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Berdagué, J-L., Coulon, J-B. (2005). Terpene profiles in Cantal and Saint-Nectaire type cheese made from raw or pasteurised milk. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 2040–2046.
- Corrons, M.A., Bertucci, J.I., Liggieri, C.S., López, L.M.I., Bruno, M.A. (2012). Milk clotting activity and production of bioactive peptides from whey using *Maclura pomifera* proteases. *LWT - Food Sci. Technol.* **47**, 103–109.
- Corsetti, A., Rossi, J., Gobetti, M. (2001). Interactions between yeasts and bacteria in the smear surface-ripened cheeses. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 1–10.
- Curioni, P.M.G., Borret, J.O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *Int. Dairy J.* **12**, 959–984.
- Dağdemir, E. (2001). *Salamura Beyaz peynir üretiminde farklı starter kültür kullanımının peynir kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Dağdemir, E. (2006). *Salamura Beyaz peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve seçilen bazı izolatların kültür olarak kullanılabilme imkânları*. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Dahl, S., Tavaría, F.K., Malcata F.X. (2000). Relationships between flavour and microbiological profiles in Serr da Estrela cheese throughout ripening. *Int. Dairy J.* **10**, 255–262.

- Das, S. (2014). *Biochemical characterisation of dairy yeasts and their application in cheese as anaerobic adjunct cultures*. Doktora tezi, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Dave, R.I., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Broadbent, J.R. (2003). Influence of coagulant level on proteolysis and functionality of Mozzarella cheeses made using direct acidification. *J. Dairy Sci.* **86**, 114–126.
- de Jager, P.H. (2003). *Yeast diversity in blue mould ripened cheeses*. Yüksek Lisans tezi, University of the Free State Bloemfontein, South Africa.
- Diezhandino, I., Fernández, D., González, L., McSweeney, P.L.H., Fresno, J.M. (2015). Microbiological, physico-chemical and proteolytic changes in a Spanish blue cheese during ripening (Valdeón cheese). *Food Chem.* **168**, 134–141.
- Diliello, L.R. (1982). *Methods in Food and Dairy Microbiology*. AVI Publishing Company Inc., USA, 142 p.
- Dinkçi, N., Gönç, S. (2000). *Mucor miehei*'den elde edilen lipaz (Piccantase A) enziminin beyaz peynirin olgunlaşmasında kullanılması üzerine araştırmalar, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **37**, 141–148.
- Dun, S. (2012). *Study on the microbial interaction between lactic acid bacteria and yeasts isolated from airag, an alcoholic fermented milk*. Doktora tezi, Okayama University, Japan.
- Dzialo, M.C., Park, R., Steensels, J., Lievens, B., Verstrepen, K.J. (2017). Physiology, ecology and industrial applications of aroma formation in yeast. *FEMS Microbiol. Ecol.* **41**, S95–S128.
- El Owni, O.A.O., Hamid, O.I.A. (2008). Effect of storage period on weight loss, chemical composition, microbiological and sensory characteristics of Sudanese White cheese (Gibna Bayda). *Pak. J. Nutr.* **7**, 75–80.
- Elavarasan, K., Shamasundar, B.A., Badii, F., Howell, N. (2016). Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity and structural properties of oven- and freeze-dried protein hydrolysate from fresh water fish (*Cirrhinus mrigala*). *Food Chem.* **206**, 210–216.
- Engel, S.L., Schaeffer, T.R., Waugh, M.H., Rubin, B. (1973). Effects of the nonapeptide SQ 20881 on blood pressure of rats with experimental renovascular hypertension. *Exp. Biol. Med. (Maywood)* **143**, 483–487.
- Erdmann, K., Cheung, B.W.Y., Schröder, H. (2008). The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *J. Nutr. Biochem.* **19**, 643–654.
- Erkaya, T. (2014). *Probiyotik kültürlerle üretilen beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı kalite özellikleri ve oluşan peptitlerin biyoaktivitesinin belirlenmesi*. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Erkaya, T., Şengul, M. (2015). Bioactivity of water soluble extracts and some characteristics of White cheese during the ripening period as effected by packaging type and probiotic adjunct cultures. *J. Dairy Res.* **82**, 47–55.
- Fadda, M.E., Cosentino, S., Deplano, M., Palmas, F. (2001). Yeast populations in Sardinian feta cheese. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 153–156.
- Farvin, K.H.S., Baron, C.P., Nielsen, N.S., Jacobsen, C. (2010). Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1-*in vitro* assays and evaluation in ω -3 enriched milk. *Food Chem.* **123**, 1081–1089.
- Fasoli, G., Tofalo, R., Lanciotti, R., Schirone, M., Patrignani, F., Perpetuini, G., Grazia, L., Corsetti, A., Suzzi, G. (2015). Chromosome arrangement, differentiation of

- growth kinetics and volatile molecule profiles in *Kluyveromyces marxianus* strains from Italian cheeses. *Int. J. Food Microbiol.* **214**, 151–158.
- Faticenti, F., Farris, G.A., Deiana, P. (1977). L'evoluzione della microflora blastomicetica nel Fiore Sardo. *Industria dei Latte* **13**, 11–18.
- Ferreira, A.D., Viljoen B.C. (2003). Yeasts as adjunct starters in matured Cheddar cheese. *Int. J. Food Microbiol.* **86**, 131–140.
- Ferreira, S.H., Bartelt, D.C., Greene, L.J. (1970). Isolation of bradykinin-potentiating peptides from Bothrops jararaca venom. *Biochem.* **9**, 2583–2593.
- FitzGerald, R.J., Meisel, H. (2000). Milk protein-derived peptide inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme. *Brit. J. Nutr.* **84**, 33–37.
- FitzGerald, R.J., Murray, B.A., Walsh, D.J. (2004). Hypotensive peptides from milk proteins. *J. Nutr.* **134**, 980–988.
- Flambard, B., Helinck, S., Richard, J., Juillard, V. (1998). The contribution of caseins to the amino acid supply for *Lactococcus lactis* depends on the type of cell envelope proteinase. *Appl. Environ. Microbiol.* **64**, 1991–1996.
- Fleet, G.H. (1990). Yeasts in dairy products. *J. Appl. Bacteriol.* **68**, 199–211.
- Fox, P.F., Wallace, J.M., Morgan, S., Lynch, C.M., Niland, E.J., Tobin, J. (1996). Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek* **70**, 271–297.
- Frank, D. C., Owen, C. M., Patterson, J. (2004). Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. *LWT - Food Sci. Technol.* **37**, 139–154.
- Froetschel, M. A. (1996). Bioactive peptides in digesta that regulate gastrointestinal function and intake. *J. Anim. Sci.* **74**, 2500–2508.
- Fröhlich-Wyder, M.-T. (2003). Yeasts in dairy products (pp: 209–237). In: Boekhout, T., Robert, V. (Eds.), *Yeasts in Food Beneficial and Detrimental Aspects*, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, Hamburg.
- Fröhlich-Wyder, M.-T., Arias-Roth, E., Jakob, E. (2019). Cheese yeasts. *Yeast* **36**, 129–141.
- García-Moreno, P.J., Espejo-Carpio, F.J., Guadix, A., Guadix, E.M. (2015). Production and identification of angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from Mediterranean fish discards. *J. Funct. Foods* **18**, 95–105.
- Garde, S., Ávila, M., Fernández-García, E., Medina, M., Nuñez, M. (2007). Volatile compounds and aroma of Hispánico cheese manufactured using lacticin 481-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* INIA 639 as an adjunct culture. *Int. Dairy J.* **17**, 717–726.
- Garde, S., Ávila, M., Medina, M., Nuñez, M. (2005). Influence of a bacteriocin-producing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánico cheese. *Int. Dairy J.* **15**, 1034–1043.
- Gardini, F., Tofalo, R., Belletti, N., Iucci, L., Suzzi, G., Torrian, S., Guerzoni, M.E., Lanciotti, R. (2006). Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese. *Food Microbiol.* **23**, 641–648.
- Gkatzionis, K., Linfoth, R. S. T., Dodd, C.E.R. (2009). Volatile profile of Stilton cheeses: Differences between zones within a cheese and dairies. *Food Chem.* **113**, 506–512.
- Gobbetti, M., Minervini, F., Rizzello, C.G. (2004). Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. *Int. J. Dairy Technol.* **57**, 172–188.

- Gómez-Ruiz, J.Á., López-Expósito, I., Pihlanto, A., Ramos, M., Recio, I. (2008). Antioxidant activity of ovine casein hydrolysates: identification of active peptides by HPLC–MS/MS. *Eur. Food Res. Technol.* **227**, 1061–1067.
- Gómez-Ruiz, J.A., Ramos, M., Recio, I. (2002). Angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheeses manufactured with different starter cultures. *Int. Dairy J.* **12**, 697–706.
- Guerzoni, M.E., Lanciotti, R., Vannini, L., Galgano, F., Favati, F., Gardini, F., Suzzi, G. (2001). Variability of the lipolytic activity in *Yarrowia lipolytica* and its dependence on environmental conditions. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 79–89.
- Guinee T.P. (2004), Salting and role of salt in cheese. *Int. J. Dairy Technol.* **57**, 99–109.
- Guinee, T.P., Fox, P.F. (2017). Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects (pp: 257–302). In: Fox, P.F. (Ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 1, 4. Edition, Chapman and Hall, London, UK.
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., Sangwan, R.B. (2009). Antioxidant capacity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *Int. J. Dairy Technol.* **62**, 339–347.
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., Sangwan, R.B. (2010). Identification of antioxidant peptides in Cheddar cheese made with adjunct culture *Lactobacillus casei* ssp *casei* 300. *Milchwissenschaft* **65**, 396–399.
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., Sangwan, R.B. (2013). ACE-inhibitory activity of Cheddar cheeses made with adjunct cultures at different stages of ripening. *Adv. Dairy Res.* **1**, 1000102.
- Hansen, T.K., Tempel, T.V.D., Cantor, M.D., Jakopsen, M. (2001). *Saccharomyces cerevisiae* as a starter culture in Mycella. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 101–111.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. Academic Press, 532s, London.
- Hayaloglu A.A., Guven, M., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (2005). Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish White-brined cheese during ripening. *J. Dairy Sci.* **88**, 3460–3474.
- Hayaloglu, A.A. (2007). Comparisons of different single-strain starter cultures for their effects on ripening and grading of Beyaz cheese. *Int. J. Food Sci. Technol.* **42**, 930–938.
- Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F. (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese ‘Beyaz peynir’. *Int. Dairy J.* **12**, 635–648.
- Hayaloglu, A.A., Karabulut, I. (2010). SPME/GC-MS characterization and comparison of volatiles of eleven varieties of Turkish cheeses. *Int. J Food Prop.* **16**, 1630–1653.
- Hayaloğlu, A.A. (2003). *Starter olarak kullanılan bazı Lactococcus suşlarının Beyaz Peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Hayaloğlu, A.A., Topçu, A. Koca, N. (2011). Peynir analizleri (pp:489–562) In: Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Eds.), *Peynir Biliminin Temelleri*. SİDAS, İzmir.
- Hayes, M., Mora, L., Hussey K., Aluko, R.E. (2016). Boarfish protein recovery using the pH-shift process and generation of protein hydrolysates with ACE-I and antihypertensive bioactivities in spontaneously hypertensive rats. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **37**, 253–260.

- He, R., Alashi, A., Malomo, S.A., Girgih, A.T., Chao, D., Ju, X., Aluko, R.E. (2013). Antihypertensive and free radical scavenging properties of enzymatic rapeseed protein hydrolysates. *Food Chem.* **141**, 153–159.
- Hernández-Galán, L., Cardador-Martínez, A., Picque, D., Spinnler, H.E., Lozano, M.L-d-C., del Campo, S.T.M. (2016). Angiotensin converting enzyme inhibitors and antioxidant peptides release during ripening of Mexican Cotija hard cheese. *J. Food Res.* **5**, 85–91.
- Hernández-Ledesma, B., Dávalos, A., Bartolomé, B., Amigo, L. (2005a). Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α -lactalbumin and β -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS. *J. Agric. Food Chem.* **53**, 588–593.
- Hernández-Ledesma, B., Miralles, B., Amigo, L., Ramos, M., Recio, I. (2005b). Identification of antioxidant and ACE-inhibitory peptides in fermented milk. *J. Sci. Food Agr.* **85**, 1041–1048.
- Herregods, G., Camp, J.V., Morel, N., Ghesquière B., Geavert, K., Vercruysse, L., Dierckx, S., Quanten, E., Smugghe, G. (2011). Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activity of Gelatin Hydrolysates and Identification of Bioactive Peptides. *J. Agr. Food Chem.* **59**, 552–558.
- Hoerr, R.A., Bostwick, E.F. (2000). Bioactive proteins and probiotic bacteria: modulators of nutritional health. *Nutr.* **16**, 711–713.
- Homayouni-Tabrizi, M., Shabestarin, H., Asoodeh, A., Soltani, M. (2016). Identification of two novel antioxidant peptides from Camel milk using digestive proteases: Impact on expression gene of superoxide dismutase (SOD) in hepatocellular carcinoma cell line. *Int. J. Pept. Res. Ther.* **22**, 187–195.
- IDF (1982). *Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese)*. IDF Standard 4A, Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (1993). *Milk. Determination of the Nitrogen (Kjeldahl Method) and Calculation of the Crude Protein Content*. IDF Standard 20B, Brussels: International Dairy Federation.
- Iranmanesh, M., Ezzatpanah, H., Akbari-Adergani B., Torshizi, M.A.K. (2018). SPME/GC-MS characterization of volatile compounds of Iranian traditional dried Kashk. *Int. J. Food Prop.* **21**, 1067–1079.
- Iriyogen, A., Ortigosa, M., Juansaras, I., Oneca, M., Torre, P. (2007). Influence of an adjunct culture of *Lactobacillus* on the free amino acids and volatile compounds in a Roncal-type ewes-milk cheese. *Food Chem.* **100**, 71–80.
- Irlinger, F., Helinck, S., Jany, J.L. (2017). Secondary and adjunct cultures (pp: 273–300). In: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D., Everett, D.W (Eds.), *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology*, 4. edition, Academic Press, US.
- Iwaniak, A., Dziuba, J. (2009). Animal and plant origin proteins as the precursors of peptides with ACE inhibitory activity. Proteins evaluation by means of in silico methods. *Food Technol. Biotechnol.* **47**, 441–449.
- Izco, J.M., Torre, P. (2000). Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the 'purge and trap' method and analysed by GC±MS. *Food Chem.* **70**, 409–417.
- Jacques, N., Caserogola, S. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms: the hemiascomycetous yeasts. *Int. J. Food Microbiol.* **126**, 321–326.
- Jahangiri, R., Soltani, S., Barzegar, A. (2014). A Review of QSAR studies to predict activity of ACE peptide inhibitors. *Pharm. Sci.* **20**, 122–129.
- Jakobsen, M., Larsen, M.D., Jespersen, L. (2002). Production of bread, cheese and meat (pp: 3–22). In: Osiewacz, H.D. (Ed.), *A comprehensive treatise on fungi as*

- experimental systems and applied research*, The Mycota, industrial applications. Springer, Berlin.
- Jakobsen, M., Narvhus, J. (1996). Yeasts and their possible beneficial and negative effects on the quality of dairy products. *Int. Dairy J.* **6**, 755–768.
- Jenssen, H., Hancock, R.E.W. (2009). Antimicrobial properties of lactoferrin. *Biochimie.* **91**, 19–29.
- Jia, J.Q., Ma, H.L., Zhao, W.R., Wang, Z.B., Tian, W.M., Luo, L., He, R. (2010). The use of ultrasound for enzymatic preparation of ACE-inhibitory peptides from wheat germ protein. *Food Chem.* **119**, 336–342.
- Kagkli, D.-M., Tâche, R., Cogan, T.M., Hill, C., Casaregola, S., Bonnarne, P. (2006). *Kluyveromyces lactis* and *Saccharomyces cerevisiae*, two potent deacidifying and volatile-sulphur-aroma-producing microorganisms of the cheese ecosystem. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **73**, 434–442.
- Kaminarides, S.E., Laskos, N.S. (1992). Yeast in factory brine of Feta cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* **47**, 68–71.
- Kanwar, J.R., Kanwar, R.K., Sun, X. Punj, V., Matta, H., Morley, S.M., Parratt, A., Puri, M., Sehgal, R. (2009). Molecular and biotechnological advances in milk proteins in relation to human health. *Curr. Protein Pept. Sci.* **10**, 308–338.
- Karabey, B., Eroglu, D., Vural C., Ozdemir G., Yerlikaya, O., Kinik O. (2018). Determination of the microbial flora in traditional Izmir Tulum cheeses by denaturing gradient gel electrophoresis. *J. Food Sci. Technol.* **55**, 956–963.
- Karaca, O.B. (2007). *Mikrobiyel kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanımının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri*. Doktora tezi Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karahançer, H. (2018). *Üretiminde kullanılan Lactobacillus acidophilus ve Bifidobacterium bifidum'un Beyaz peynirin bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Karimi, R., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A.M. (2012). Sensory characteristics of probiotic cheese. *Compr. Rev. Food Sci. F.* **11**, 437–452.
- Kasımoğlu, A., Göncüoğlu, M., Akgün, S. (2004). Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *Int. Dairy J.* **14**, 1067–1073.
- Kato, H., Suzuki, T. (1970). Bradykinin-potentiating peptides from the venom of *Akistrodon halys blomhoffii*: isolation of five bradykinin potentiators and the amino acid sequences of two of them, potentiators B and C. *Biochem.* **10**, 972–80.
- Kesenkaş, H. (2005). *Beyaz peynir üretiminde bazı mayaların starter kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması*. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Kesenkaş, H., Akbulut, N. (2006). Destek kültür olarak kullanılan bazı mayaların beyaz peynir aroması üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **43**, 73–84.
- Khan, I.T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., Jaspal, M.H. (2019). Antioxidant properties of milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis.* **18:41**, 1–13.
- Kınık, Ö., Gürsoy O. (2002) Süt proteinleri kaynaklı biyoaktif peptitler. *Pamukkale Üniv. Müh. Bil. Derg.* **8**, 195–203.
- Kieronczyk, A., Skeie, S., Langsrud, T., Yvon, M. (2003). Cooperation between *Lactococcus lactis* and nonstarter Lactobacilli in the formation of cheese aroma from amino acids. *Appl. Environ. Microbiol.* **69**, 734–739.
- Kim, J.M., Whang, J.H., Kim, K.M., Koh, J.H., Suh, S.H. (2004). Preparation of corn gluten hydrolysate with angiotensin I converting enzyme inhibitory activity and its solubility and moisture sorption. *Process Biochem.* **39**, 989–994.

- Kim, S.K., Byun, H.G., Park, P.J., Shahidi, F. (2001). Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide purified from bovine skin gelatin hydrolysate. *J. Agr. Food Chem.* **49**, 2992–2997.
- Kitts, D.D., Weiler, K. (2003). Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Curr. Pharm. Design* **9**, 1309–1323.
- Klein, N., Zourari, A., Lortal, S. (2002). Peptidase activity of four yeast species frequently encountered in dairy products—comparison with several dairy bacteria. *Int. Dairy J.* **12**, 853–861.
- Ko, S.-C., Kang, N., Kim, E.-A., Kang, M. C., Lee, S.-H., Kang, S.-M., Lee, J.-B., Jeon, B.-T., Kim, S.-K., Park, S.-J., Park, P.-J., Jung, W.-K., Kim, D., Jeon, Y.-J. (2012). A novel angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from a marine *Chlorella ellipsoidea* and its antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. *Process Biochem.* **47**, 2005–2011.
- Kodera, T., Nio, N. (2006). Identification of an angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from protein hydrolysates by a soybean protease and the antihypertensive effects of hydrolysates in spontaneously hypertensive model rats. *J. Food Sci.* **71**, 164–173.
- Koşakowski, P., Podolak, R., Kowalska, M. (2012). Microbial profile of Gouda cheese during ripening in two independent chambers – a short report. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **62**, 179–184.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. (2003). Food-derived bioactive peptides opportunities for designing future foods. *Curr. Pharm. Des.* **9**, 1297–1308.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: Production and functionality. *Int. Dairy J.* **16**, 945–960.
- Korhonen, H., Pihlanto-Leppälä, A. (2004). Milk derived bioactive peptides: formation and prospects for health promotion (pp: 109-124). In: Short, C., O'Brien J. (Ed.), *Handbook of Functional Dairy Products*. CRC Pres, Boca Raton, FL.
- Korhonen, H.J. (2009). *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Wiley-Blackwell, USA, 426 p.
- Kuchroo, C.N., Fox, P.F. (1982). Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft* **37**, 331–335.
- Kucukoner, E., Haque, Z.U. (1998). Peptide profile of low-fat Edam cheese. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* **22**, 449–452.
- Kudoh, Y., Matsuda, S., Igoshi, K., Oki, T. (2001). Antioxidative peptide from milk fermented with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* IFO13953. *J. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* **48**, 44–50.
- Kurtzman, C.P., Fell, J.W. (1998). *The Yeasts—A Taxonomic Study*. 4. Edition, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1055 p.
- Kusump, S. (2003). *Angiotensin converting enzyme inhibitory peptides released from the hydrolysate of casein and the milk fermented by Lactobacillus casei ADA03*. Doktora tezi, University of Alberta, Canada.
- Lanciotti, R., Vannini, L., Lopez, C.C., Gobbetti, M., Guerzoni, M.E. (2005). Evaluation of the ability of *Yarrowia lipolytica* to impart strain-dependent characteristics to cheese when used as a ripening adjunct. *Int. J. Dairy Technol.* **58**, 89–99.
- Lassiter, M.O., Newsome, A.L., Sams, L.D., Arnold, R.R. (1987) Characterization of lactoferrin interaction with *Streptococcus mutans*. *J. Dent. Res.* **66**, 480–485.

- Leclercq-Perlat, M.N., Corrieu, G., Spinnler, H.E. (2004). Comparison of volatile compounds produced in model cheese medium deacidified by *Debaryomyces hansenii* or *Kluyveromyces marxianus*. *J. Dairy Sci.* **87**, 1545–1550.
- Li, C-L., Matsui, T., Matsumoto, K., Yamasaki, R., Kawasaki, T. (2002). Latent production of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from buckwheat protein. *J. Pept. Sci.* **8**, 267–274.
- Li, G-H., Le, G-W., Shi, Y.-H., Shrestha, S. (2004). Angiotensin I- converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins and their physiological and pharmacological effects. *Nutr. Res.* **24**, 469–486.
- Li, G-H., Qu, M.R., Wan, J-Z., You, J.M. (2007). Antihypertensive effect of rice protein hydrolysate with in vitro angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity in spontaneously hypertensive rats. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* **16**, 275–280.
- Li, Y., Sadiq, F.A., Liu, T., Chen, J., He, G. (2015a). Purification and identification of novel peptides with inhibitory effect against angiotensin I-converting enzyme and optimization of process conditions in milk fermented with the yeast *Kluyveromyces marxianus*. *J. Funct. Foods* **16**, 278–288.
- Li, Y., Liu, T., He, G. (2015b). Antioxidant activity of peptides from fermented milk with mix culture of lactic acid bacteria and yeast. *Advance J. Food Sci. Technol.* **7**, 422–427.
- Li, Z., Jiang, A., Yue, T., Wang, J., Wang, Y., Su, J. (2013). Purification and identification of five novel antioxidant peptides from goat milk casein hydrolysates. *J. Dairy Sci.* **96**, 4242–4251.
- Liu, J.R., Chen, M.J., Lin, C.W. (2005). Antimutagenic and antioxidant properties of milk-kefir and soymilk-kefir. *J. Agr. Food Chem.* **53**, 2467–2474.
- Liu, S.Q., Holland, R., Crow, V.L. (2004). Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. *Int. Dairy J.* **14**, 923–945.
- López-Fandiño, R., Otte, J., van Camp, J. (2006). Physiological, chemical and technological aspects of milk protein derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity. *Int. Dairy J.* **16**, 1277–1293.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin-Phenol reagents. *J. Biol. Chem.* **193**, 265–275.
- Lu, Y., Govindasamy-Lucey, S., Lucey, J.A. (2013). Angiotensin-I-converting enzyme-inhibitory peptides in commercial Wisconsin Cheddar cheeses of different ages. *J. Dairy Sci.* **99**, 41–52.
- Lund, M., Ardö, Y. (2004). Purification and identification of water-soluble phosphopeptides from cheese using Fe(III) affinity chromatography and mass spectrometry. *J. Agr. Food Chem.* **52**, 6616–6622.
- Madadlou, A., asl Khosrowshahi, A., Mousavi, M.E., Farmani, J. (2007). The influence of brine concentration on chemical composition and texture of Iranian White cheese. *J. Food Eng.* **81**, 330–335.
- Mancia, G., De Backer G., Dominiczak, A., Cifkova, R., Fagard, R., Germano, G., Grassi, G., Heagerty, A.M., Kjeldsen, S.E., Laurent, S., Narkiewicz, K., Ruilope, L., Rynkiewicz, A., Schmieder, R.E., Boudier, H.A., Zanchetti, A., Vahanian, A., Camm, J., De Caterina, R., Dean, V., Dickstein, K., Filippatos, G., Funck-Brentano, C., Hellemans, I., Kristensen, S.D., McGregor, K., Sechtem, U., Silber, S., Tendera, M., Widimsky, P., Zamorano, J.L., Erdine, S., Kiowski, W., Agabiti-Rosei, E., Ambrosioni, E., Lindholm, L.H., Viigimaa, M., Adamopoulos, S., Agabiti-Rosei, E., Ambrosioni, E., Bertomeu, V., Clement, D., Erdine, S., Farsang, C., Gaita, D., Lip, G., Mallion, J.M., Manolis, A.J., Nilsson, P.M., O'Brien, E., Ponikowski, P., Redon, J., Ruschitzka, F., Tamargo,

- J., van Zwieten, P., Waeber, B., Williams, B. (2007). Guidelines for the management of arterial hypertension: The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J. Hypertens.* **25**, 1105–1187.
- Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redón, J., Zanchetti, A., Böhm, M., Christiaens, T., Cifkova, R., De Backer, G., Dominiczak, A., Galderisi, M., Grobbee, D.E., Jaarsma, T., Kirchhof, P., Kjeldsen, S.E., Laurent, S., Manolis, A.J., Nilsson, P.M., Ruilope, L.M., Schmieder, R.E., Sirnes, P.A., Sleight, P., Viigimaa, M., Waeber, B., Zannad, F. (2013). ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J. Hypertens.* **31**, 1281–357.
- Marczak, E.D., Usui, H., Fujita, H., Yang, Y., Yokoo, M., Lipkowski A.W., Yoshikawa, M. (2003). New antihypertensive peptides isolated from rapeseed. *Peptides* **24**, 791–798.
- Martin, N., Berger, C., Spinnler, H.E. (2002). Sensory and instrumental flavor analyses of cheese curd cocultured with selected yeast and bacteria. *J. Sens. Stud.* **17**, 1–17.
- Martin, N., Berger, C., Le Du, C., Spinnler, H.E. (2001). Aroma compound production in cheese curd by coculturing with selected yeast and bacteria. *J. Dairy Sci.* **84**, 2125–2135.
- Martin, N., Savonitto, S., Molimard, P., Berger, C., Brousse, M., Spinnler, H.E. (1999). Flavor generation in cheese curd by coculturing with selected yeast, mould and bacteria. *J. Dairy Sci.* **82**, 1072–1080.
- Massaretto, I.L., Alves, M.F.M., de Mira, N.V.M., Carmona, A.K., Marquez, U.M.L. (2011). Phenolic compounds in raw and cooked rice (*Oryza sativa* L.) and their inhibitory effect on the activity of angiotensin I-converting enzyme. *J. Cereal Sci.* **54**, 236–240.
- McCarthy, C.M., Kelly, P.M., Wilkinson, M.G., Guinee, T.P. (2017). Effect of fat and salt reduction on the changes in the concentrations of free amino acids and free fatty acids in Cheddar-style cheeses during maturation. *J. Food Compos. Anal.* **59**, 132–140.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F. (1997). Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. *Lait* **77**, 41–76.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. *Lait* **80**, 293–324.
- McSweeney, P.L.P., Pochet, S., Fox, P.F., Healy, A. (1994). Partial identification of peptides from the water-soluble fraction of Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* **61**, 587–590.
- Mehlomakulu, N.N. (2011). *Yeasts as adjunct starter cultures in cheese making*. Yüsek Lisans tezi, Biochemical and Food Biotechnology University of the Free State, Bloemfontein.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. 3. Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, 416 p.
- Meira, S.M.M., Daroit, D.J., Helfer, V.E., Corrêa, A.P.F., Segalin, J., Carro, S., Brandelli, A. (2012). Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay. *Food Res. Int.* **48**, 322–329.
- Meisel, H. (1998). Overview on milk protein-derived peptides. *Int. Dairy J.* **8**, 363–373.

- Melilli, C., Barbano, D.M., Licitra, G., Tumino, G., Farina, G., Carpino, S. (2003). Influence of presalting and brine concentration on salt uptake by Ragusano cheese. *J. Dairy Sci.* **86**, 1083–1100.
- Miguel, M., Aleixandre, A. (2006). Antihypertensive peptides derived from egg proteins. *J. Nutr.* **136**, 1457–1460.
- Miguel, M., Contreras, M.M., Recio, I., Aleixandre, A. (2009). ACE-inhibitory and antihypertensive properties of a bovine casein hydrolysate. *Food Chem.* **112**, 211–214.
- Miguel, M., López-Fandiño, R., Ramos, M., Aleixandre, A. (2005). Short-term effect of egg-white hydrolysate products on the arterial blood pressure of hypertensive rats. *Brit. J. Nutr.* **94**, 731–737.
- Miguel, M., Manso, M., Aleixandre, A., Alonso, M.J., Salaices M., López-Fandiño, R. (2007). Vascular effects, angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity, and antihypertensive properties of peptides derived from egg white. *J. Agr. Food Chem.* **55**, 10615–10621.
- Molimard, P., Spinnler, H.E. (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. *J. Dairy Sci.* **79**, 169–184.
- Moreire, G.M.M., Costa, R.G.B., Teodoro, V.A.M., Paula, J.C.J., Sobral, D., Fernandes, C., Gloria, M.B.A. (2018). Effect of ripening time on proteolysis, free amino acids, bioactive amines and texture profile of Gorgonzola-type cheese. *LWT-Food Sci. Technol.* **98**, 583–590.
- Möller, N. P., Scholz-Ahrens, K. E., Roos, N., Schrezenmeir, J. (2008). Bioactive peptides and proteins from foods: Indication for health effects. *Eur. J. Nutr.* **47**, 171–182.
- Muguerza, B., Ramos, M., Sánchez, E., Manso, M.A., Miguel, M., Aleixandre, A., Delgado, M.A., Recio, I. (2006). Antihypertensive activity of milk fermented by *Enterococcus faecalis* strains isolated from raw milk. *Int. Dairy J.* **16**, 61–69.
- Mundi, S., Aluko, R.E. (2014). Inhibitory properties of kidney bean protein hydrolysate and its membrane fractions against renin, angiotensin converting enzyme, and free radicals. *Aust. J. Nutr. Food Sci.* **2**, 1–11.
- Murakami, M., Tonouchi, H., Takahashi, R., Kitazawa, H., Kawai, Y., Negishi, H., Saito, T. (2004). Structural analysis of a new anti-hypertensive peptide (β -Lactosin B) isolated from a commercial whey product. *J. Dairy Sci.* **87**, 1967–1974.
- Nagueira, M.C.L., Lubachevsky, G., Rankin, S.A. (2005). A study of the volatile composition of Minas cheese. *LWT - Food Sci. Technol.* **38**, 555–563.
- Nasri, Islem Younes I., Jridi, M., Trigui, M., Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Dhulster, P., Nasri, M., Karra-Châabouni, M. (2013). ACE inhibitory and antioxidative activities of Goby (*Zosterisessor ophiocephalus*) fish protein hydrolysates: Effect on meat lipid oxidation. *Food Res. Int.* **54**, 552–561.
- Niro, S., Succi, M., Tremonte, P., Sorrentino, E., Coppola, R., Panfili, G., Fratianni, A. (2017). Evolution of free amino acids during ripening of Caciocavallo cheeses made with different milks. *J. Dairy Sci.* **100**, 9521–9531.
- Nongonierma, A.B., FitzGerald, R.J. (2015). The scientific evidence for the role of milk protein-derived bioactive peptides in humans: A Review. *J. Funct. Foods* **17**, 640–656.
- Noni, I.E., Battelli, G. (2008). Terpenes and fatty acid profiles of milk fat and “Bitto” cheese as affected by transhumance of cows on different mountain pastures. *Food Chem.* **109**, 299–309.

- Ondetti, M.A., Williams, N.J., Sabo, E.F., Pluvec, J., Weaver, E.R., Kocy, O. (1971). Angiotensin-converting enzyme inhibitors from the venom of *Bothrops jararaca*: isolation, elucidation of structure and synthesis. *Biochem.* **10**, 4033–4039.
- Ong, L., Henriksson, A., Shah N.P. (2007). Angiotensin converting enzyme–inhibitory activity in Cheddar cheeses made with the addition of probiotic *Lactobacillus casei* sp. *Lait* **87**, 149–165.
- Ong, L., Shah, N.P. (2008). Release and identification of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in Cheddar cheeses. *LWT - Food Sci. Technol.* **41**, 1555–1566.
- Oram, J. D., Reiter. B. (1968). Inhibition of bacteria b) lactoferrin and other iron-chelating agents. *Biochim. Et. Biophysica. Acta.* **170**, 351–365.
- Otte, J., Shalaby, S. M., Zakora, M., Nielsen, M.S. (2007a). Fractionation and identification of ACE-inhibitory peptides from α -lactalbumin and β -casein produced by thermolysin-catalysed hydrolysis. *Int. Dairy J.* **17**, 1460–1472.
- Otte, J., Shalaby, S. M., Zakora, M., Pripp, A. H., El-Shabrawy, S. A. (2007b). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of milk protein hydrolysates: Effect of substrate, enzyme and time of hydrolysis. *Int. Dairy J.* **17**, 488–503.
- Ozer, B., Atasoy, F., Akın, S. (2002). Some properties of Urfa cheese (a traditional white-brined Turkish cheese) produced from bovine and ovine milks. *Int. J. Dairy Technol.* **55**, 94–99.
- Ozturkoglu-Budak, S., Gursoy, A., Aykas, D.P., Koçak, C., Dönmez, S., de Vries, R.P., Bron, P.A. (2016). Volatile compound profiling of Turkish Divle Cave cheese during production and ripening. *J. Dairy Sci.* **99**, 5120–5131.
- Önen, C. (2015). *Bitlis il merkezindeki yetişkinlerde hipertansiyon sıklığı ve yöresel beslenmeyle ilişkisi*. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Öner, Z., Sarıdağ, A.M. (2018). Proteolysis in the Beyaz (White) cheese produced from various milk. *J. Agric. Sci.* **24**, 269–277.
- Öztürk, H.İ., (2015). *Geleneksel yöntemle üretilen tulum peynirlerinin bazı kalite özelliklerinin, biyoaktif peptid içeriklerinin ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Öztürk, H.İ., Akın, N. (2018). Comparison of some functionalities of water soluble peptides derived from Turkish cow and goat milk Tulum cheeses during ripening. *Food Sci. Technol.* **38**, 674–682.
- Padilla, B. Belloch, C., López-Díez, J.J., Flores, M., Manzanares, P. (2014). Potential impact of dairy yeasts on the typical flavour of traditional ewes' and goats' cheeses. *Int. Dairy J.* **35**, 122–129.
- Pakkanen, R., Aalto, J. (1997). Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *Int. Dairy J.* **7**, 285–291.
- Pan, D., Luo, Y., Tanokura, M. (2005). Antihypertensive peptides from skimmed milk hydrolysate digested by cell-free extract of *Lactobacillus helveticus* JCM1004. *Food Chem.* **91**, 123–129.
- Papademas, P., Robinson, R.K. (2002). Some volatile plant compounds in Halloumi cheeses made from ovine or bovine milk. *Lebensm. Wiss. Technol.* **35**, 512–516.
- Park, C.H., Kim, H.J., Kang, K.T., Park, J.W., Kim, J.S. (2009). Fractionation and angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity of gelatin hydrolysates from by-products of Alaska Pollock surimi. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **12**, 79–85.
- Park, Y. W. (2009). Bioactive components of goat milk (pp: 43–82). In: Park,Y.W. (Ed.), *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Wiley-Blackwell Publishers, Ames, Iowa and Oxford, England.

- Park, Y.W., Nam, M.S. (2015). Bioactive peptides in milk and dairy products: A review. *Korean Soc. Food Sci. Anim. Res.* **35**, 831–840.
- Pawliszyn, J. (1997). *Solid Phase Microextraction Theory and Practice*. Wiley-VCH, New York, 260 p.
- Peng, X., Xiong, Y.L., Kong, B. (2009). Antioxidant activity of peptide fractions from whey protein hydrolysates as measured by electron spin resonance. *Food Chem.* **113**, 196–201.
- Phelan, M., Aherne, A., FitzGerald, R.J., O'Brien, N.M. (2009a). Casein-derived bioactive peptides: Biological effects, industrial uses, safety aspects and regulatory status. *Int. Dairy J.* **19**, 643–654.
- Pihlanto, A. (2006). Antioxidative peptides derived from milk proteins. *Int. Dairy J.* **16**, 1306–1314.
- Pihlanto-Leppälä, A. (2001). Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: Opioid and ACE-inhibitory peptides. *Trends Food Sci. Tech.* **11**, 347–356.
- Pihlanto-Leppälä, A., Koskinen, P., Piilola, K., Tupasela, T., and Korhonen, H. (2000). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory properties of whey protein digests: Concentration and characterization of active peptides. *J. Dairy Res.* **67**, 53–64.
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A., Paschaloudis, N. (1999). Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese. *Int. Dairy J.* **9**, 559–568.
- Poulopoulou, I. Zoidis, E., Massouras, T., Hadjigeorgiou, I. (2012). Terpenes transfer to milk and cheese after oral administration to sheep fed indoors. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **96**, 172–181.
- Power, O., Jakeman, P., FitzGerald, R. J. (2013). Antioxidative peptides: Enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. *Amino Acids* **44**, 797–820.
- Praphailong, W., Fleet, G.H. (1997). The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. *Food Microbiol.* **14**, 459–468.
- Pretorius, J.S., van der Westhuizen, T.J. (1991). The impact of yeast genetics and recombinant DNA technology on the wine industry – A review. *South Afr. J. Enol. Viticult.* **12**, 3–31.
- Prillinger, H., Molnár, O., Eliskases-Lechner, F., Lopandic, K. (1999). Phenotypic and genotypic identification of yeasts from cheese. *Antonie Van Leeuwenhoek* **75**, 267–283.
- Pripp, A.H., Shakeel-Ur-Rehman, McSweeney, P.L.H., Fox, P.F. (1999). Multivariate statistical analysis of peptide profiles and free amino acids to evaluate effects of single-strain starters on proteolysis in miniature Cheddar-type cheeses. *Int. Dairy J.* **9**, 473–479.
- Pritchard, S.R., Phillips, M. and Kailasapathy, K. (2010). Identification of bioactive peptides in commercial Cheddar cheese. *Food Res. Int.* **43**, 1545–1548.
- Qu, W., Ma, H., Jia, J., He, R, Luo, L., Pan, Z. (2012). Enzymolysis kinetics and activities of ACE inhibitory peptides from wheat germ protein prepared with SFP ultrasound-assisted processing. *Ultrasonics Sonochem.* **19**, 1021–1026.
- Qu, W., Ma, H., Zhao, W., Pan, Z. (2013). ACE-inhibitory peptides production from defatted wheat germ protein by continuous coupling of enzymatic hydrolysis and membrane separation: Modeling and experimental studies. *Chem. Eng. J.* **226**, 139–145.

- Quirós, A., Dávalos, A., Lasunción M.A., Ramos, M., Recio, I. (2008). Bioavailability of the antihypertensive peptide LHLPLP: Transepithelial flux of HLPLP. *Int. Dairy J.* **18**, 279–286.
- Quirós, A., Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L., Recio, I. (2005). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *J. Dairy Sci.* **88**, 3480–3487.
- Quirós, A., Ramos, M., Muguerza, B., Delgado, M.A., Miguel, M., Aleixandre, A., Recio, I. (2007). Identification of novel antihypertensive peptides in milk fermented with *Enterococcus faecalis*. *Int. Dairy J.* **17**, 33–41.
- Qureshi, T.M., Vegarud, G.E., Abrahamsen, R.K., Skeie, S. (2013). Angiotensin I-converting enzyme-inhibitory activity of the Norwegian autochthonous cheeses Gamalost and Norvegia after in vitro human gastrointestinal digestion. *J. Dairy Sci.* **96**, 838–853.
- Rainard, P. (1986). Bacteriostatic activity of bovine milk lactoferrin against mastitic bacteria. *Vet. Microbiol.* **11**, 387–392.
- Reed, G., Nagodawithana, T.W. (1991). *Yeast Technology*. 2. Edition, An AVI Book, New York, 454 p.
- Revilla, I., Gonzalez-Martin, M. I., Vivar-Quintana, A.M., Blanco-Lopez, M.A., LobosOrtega, I.A., Hernandez-Hierro, J.M. (2016). Antioxidant capacity of different cheeses: Affecting factors and prediction by near infrared spectroscopy. *J. Dairy Sci.* **99**, 5074–5082.
- Rival, S.G., Boeriu, C.G., Wichers, H.J. (2001a). Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition. *J. Agr. Food Chem.* **49**, 295–302.
- Rival, S.G., Fornaroli, S., Boeriu, C.G., Wichers, H.J. (2001b). Caseins and casein hydrolysates. Lipoxygenase inhibitory properties. *J. Agr. Food Chem.* **4**, 287–294.
- Rokka, T., Syväoja, E.-L., Tuominen, J., Korhonen, H. (1997). Release of bioactive peptides by enzymatic proteolysis of *Lactobacillus* GG fermented UHT-milk. *Milchwissenschaft* **52**, 675–678.
- Romano, P., Ricciardi, A., Salzano and Suzzi, G. (2001). Yeasts from water buffalo Mozzarella a traditional cheese of the Mediterranean Area. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 45–51.
- Roostita, R. (1994). Occurrence, growth and biochemical properties of yeasts in cheese and milk. *Dissertation Abstracts International* **55**, 649.
- Roostita, R., Fleet, G.H. (1996a). The occurrence and growth of yeast in camembert and blue veined cheeses. *Int. J. Food Microbiol.* **28**, 393–404.
- Roostita, R., Fleet, G.H. (1996b). Growth of yeasts in milk and associated changes to milk composition. *Food Microbiol.* **31**, 205–219.
- Roostita, R., Fleet, G.H. (1999). Growth of yeasts isolated from cheeses on organic acids in the presence of sodium chloride. *Food Technol. Biotechnol.* **37**, 73–79.
- Ruiz, J.Á.G., Ramos, M., Recio, I. (2004). Angiotensin converting enzyme-inhibitory activity of peptides isolated from Manchego cheese. Stability under simulated gastrointestinal digestion. *Int. Dairy J.* **14**, 1075–1080.
- Ruiz-Giménez, P., Ibáñez, A., Salom, J.B., Marcos, J.F., López-Díez, J.J., Vallés, S., Torregrosa, G., Alborch, E., Manzanares, P. (2010). Antihypertensive properties of lactoferricin B-derived peptides. *J. Agr. Food Chem.* **58**, 6721–6727.
- Ruiz-Giménez, P., Salom, J.B., Marcos, J.F., Vallés, S., Martínez-Maqueda, D., Recio, I., Torregrosa, G., Alborch, E., Manzanares, P. (2012). Antihypertensive effect

- of a bovine lactoferrin pepsin hydrolysate: Identification of novel active peptides. *Food Chem.* **131**, 266–273.
- Ryhänen, E.-L., Pihlanto-Leppälä, A., Pahkala, E. (2001). A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *Int. Dairy J.* **11**, 441–447.
- Ryssel, M. (2010). *Investigation of the physiology of genetically modified strains of Lactococcus lactis and their potential for accelerated ripening of cheese.* Doktora tezi, University of Copenhagen, Copenhagen.
- Saito, H., Miyakawa, H., Tamura, Y., Shimamura, S., Tomita, M. (1991). Potent bactericidal activity of bovine lactoferrin hydrolysates produced by heat treatment at acidic pH. *J. Dairy Sci.* **74**, 3724–3730.
- Saito, T. (2008). Antihypertensive peptides derived from bovine casein and whey proteins. *Adv. Exp. Med. Biol.* **606**, 295–317.
- Saito, T., Nakamura, T., Kitazawa, H., Kawai, Y., Itoh, T. (2000). Isolation and structural analysis of antihypertensive peptides that exist naturally in Gouda cheese. *J. Dairy Sci.* **83**, 1434–1440.
- Saito, Y., Wanezaki (Nakamura), K., Kawato A., Imayasu, S. (1994). Antihypertensive Effects of Peptide in Sake and Its By-products on Spontaneously Hypertensive Rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **58**, 812–816.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., Ishihara, N., Juneja L.R. (2005). Antioxidant properties of casein calcium peptides and their effects on lipid oxidation in beef homogenates. *J. Agric. Food Chem.* **53**, 464–468.
- Salum, P., Govce, G., Kendirci, P., Bas, D., Erbay, Z. (2018). Composition, proteolysis, lipolysis, volatile compound profile and sensory characteristics of ripened white cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. *Int. Dairy J.* **87**, 26–36.
- Samelis, J., Sofos, J.N. (2003). Yeasts in meat and meat products (pp: 239–266). In: T., Boekhout, V., Robert (Eds.), *Yeasts in Food*. Beneficial and detrimental aspects. Behr V, Hamburg.
- Sánchez-Rivera, L., Santos, P.F., Miralles, B., Carrón, R., Montero, M.J., Recio, I. (2015). Peptide fragments from β -casein f(134–138), HLPLP, generated by the action of rat blood plasma peptidases show potent antihypertensive activity. *Food Res. Int.* **88**, 348–353.
- Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos, G., Tsakalidou, E. (2002). Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. *Int. J. Food Microbiol.* **76**, 93–105.
- Sato, R., Noguchi, T., Naito, H. (1986). Casein phosphopeptide (CPP) enhances calcium absorption from the ligated segment of rat small intestine. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **32**, 67–76.
- Schanbacher, F.L., Talhouk, R.S., Murray, F.A., Gherman, L.I., Willett, L.B. (1998). Milk-borne bioactive peptides. *Int. Dairy J.* **8**, 393–403.
- Shahidi, F., Zhong, Y. (2008). Bioactive peptides. *J. AOAC Int.* **91**, 914–931.
- Shalabi, S.I., Fox, P.F. (1987). Electrophoretic analysis of cheese, comparison of methods. *Irish J. Food Sci. Technol.* **11**, 135–151.
- Sharma, S., Singh, R., Rana, S. (2011). Bioactive peptides: a review. *Int. J. Bioautom.* **15**, 223–250.
- Sheih, I.-C., Fang, T.J., Wu, T.-K. (2009). Isolation and characterisation of a novel angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from the algae protein waste. *Food Chem.* **115**, 279–284.
- Shin, K., Yamauchi, K., Teraguchi, S., Hayasawa, H., Tomita, M., Otsuka, Y., Yamazaki, S. (1998). Antibacterial activity of bovine lactoferrin and its peptides

- against enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. Letters in *Appl. Microbiol.* **26**, 407–411.
- Silva, S.V., Malcata, F.X. (2005). Caseins as source of bioactive peptides. *Int. Dairy J.* **15**, 1–15.
- Silva, S.V., Pihlanto, A., Malcata, F.X. (2006). Bioactive peptides in ovine and caprine cheeselike systems prepared with proteases from *Cynara cardunculus*. *J. Dairy Sci.* **89**, 3336–3344.
- Singh, T.K., Drake, M.A., Cadwallader, K.R. (2003). Flavor of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *Compr. Rev. Food Sci.* **2**, 139–162.
- Singh, T.K., Fox, P.F., Healy, A. (1997). Isolation and identification of further peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction of Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* **64**, 433–443.
- Smet, K., Raes, K., De Block, J., Herman, L., Dewettinck, K., Coudijzer, K. (2008). A change in antioxidative capacity as a measure of onset to oxidation in pasteurized milk. *Int. Dairy J.* **18**, 520–530.
- Sonklin, C., Laohakunjit, N., Kerdchoechuen, O. (2018). Assessment of antioxidant properties of membrane ultrafiltration peptides from mungbean meal protein hydrolysates. *PeerJ* **6**, E5337.
- Sørensen, L.M., Gori, K., Petersen, M.A., Jespersen, L., Arneborg, N. (2011). Flavour compound production by *Yarrowia lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Debaryomyces hansenii* in a cheese-surface model. *Int. Dairy J.* **21**, 970–978.
- Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney, P.L.H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.* **11**, 327–345.
- Spinnler, H.E., Berger, C., Lapadatescu, C., Bonnarne, P. (2001). Production of sulfur compounds by several yeasts of technological interest for cheese ripening. *Int. Dairy J.* **11**, 245–252.
- Suetsuna, K., Chen, J.-R. (2001). Identification of Antihypertensive Peptides from Peptic Digest of Two Microalgae, *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*. *Mar. Biotechnol.* **3**, 305–309.
- Suetsuna, R., Ukeda, H., Ochi, H. (2000). Isolation and characterization of free radical scavenging activities of peptides derived from casein. *J. Nutr. Biochem.* **11**, 128–131.
- Suh, H.J., Whang, J.H., Kim, Y.S., Bae, S.H., Noh, D.O. (2003). Preparation of angiotensin I converting enzyme inhibitor from corn gluten. *Process Biochem.* **38**, 1239–1244.
- Suzzi, G., Lanorte, M.T., Galagno, F., Andrighetto, C., Lombardi, A., Lanciotti, R., Guerzoni, M.E. (2001). Proteolytic, lipolytic and molecular characterization of *Yarrowia lipolytica* isolated from cheese. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 69–77.
- Szołtysik, M., Dąbrowska, A., Babij, K., Pokora, M., Zambrowicz, A., Połomska, X., Wojtatowicz, M., Chrzanowska J. (2013). Biochemical and microbiological changes in cheese inoculated with *Yarrowia lipolytica* yeast. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.* **4**, 49–64.
- Şahingil, D. (2012). *Beyaz peynir üretiminde kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin proteoliz, ACE-inhibisyon aktivitesi ve aroma oluşumuna etkilerinin belirlenmesi*. Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Tabanelli, G., Verardo, V., Pasini, F., Cavina, P., Lanciotti, R., Caboni M.F., Gardini, F., Montanari, C. (2016). Survival of the functional yeast *Kluyveromyces marxianus* B0399 in fermented milk added with sorbic acid. *J. Dairy Sci.* **99**, 1–10.

- Tavares, T., Contreras, M.M. Amorim, M., Pintado, M., Recio, I., Malcata, F.X. (2011). Novel whey-derived peptides with inhibitory effect against angiotensin-converting enzyme: In vitro effect and stability to gastrointestinal enzymes. *Peptides* **32**, 1013–1019.
- Tavares, T.G., Malcata, F.X. (2013). Whey proteins as source of bioactive peptides against hypertension (pp: 75–114). In: Hernández-Ledesma, B., Hsieh, C.-C. (Eds.), *Bioactive Food Peptides in Health and Disease*. InTech, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.
- Telli, A.E., Doğruer, Y. (2014). Keçi sütünde biyoaktif bileşenler. *Anim. Heal. Prod. Hyg.* **3**, 264–271.
- Thierry, A., Collins, Y.F., Mukdsi, M.C.A., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M.G., Spinnler, H.E. (2017). Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese (pp:423–444). In: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D., Everett, D.W. (Eds.), *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology General Aspects*. 4. Edition, Academic Press, UK.
- Tsai, J.-S., Chen, T.-J., Pan, B.S., Gong, S.D., Chung, M.-Y. (2008). Antihypertensive effect of bioactive peptides produced by protease-facilitated lactic acid fermentation of milk. *Food Chem.* **106**, 552–558.
- Tsakalidou, E., Papadimitriou, K. (2016). *Non-Bovine Milk and Milk Products*. Elsevier, UK, 273 p.
- Turchany, J.M., Aley, S.B., Gillin, F.D. (1995). Giardicidal activity of lactoferrin and N-terminal peptides. *Infect. Immun.* **63**, 4550–4552.
- Turgay, Ö. (2010). Geleneksel Mikrobiyolojik Gıda Analiz Yöntemleri (pp: 473–484). In: Erkmén, O. (Ed.), *Gıda Mikrobiyolojisi*, Eflatun Basım, Ankara.
- Tzanetakis, N., Vafopoulou-Mastrogiannaki, A., Litopoulou-Tzanetaki, E. (1995). The quality of white-brined cheese from goat's milk made with different starters. *Food Microbiol.* **12**, 55–63.
- Tzanetakis, N., Hatzikamari, M., Litopoulou-Tzanetaki, E. (1996). Yeasts of the surface microflora of Feta cheese (pp: 34–43). *Yeasts in The Dairy Industry: Positive and Negative Aspects, Proceedings of Internaitonal Dairy Federation Symposium*, 2-3 September, Copenhagen.
- Udenigwe, C.C. (2016). Towards rice bran protein utilization: In silico insight on the role of oryzacystatins in biologically-active peptide production. *Food Chem.* **191**, 135–138.
- Udenigwe, C.C., Aluko, R.E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *J. Food Sci.* **77**, 11–24.
- Ugliano, M., Henschke, P.A. (2009). Yeasts and wine flavour (pp: 313–392). In: Moreno-Arribas AV, Polo MC (Eds.) *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer, New York.
- Uniacke-Lowe, T., Fox, P.F. (2017). Chymosin, pepsins and other aspartyl proteinases: Structures, functions, catalytic mechanism and milk-clotting properties (pp: 69–114). In: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D., Everett, D.W. (Eds.), *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology*, 4. Edition, Academic Press, UK,.
- Upadhyay, V.K., McSweeney, P.L.H. (2003). Acceleration of cheese ripening (pp: 419–447). In: Smit, G. (Ed.), *Dairy Processing*. CRS Press, USA.
- Uraz, T., Şimşek, B. (1998). Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda* **23**, 371–375.
- Valdivielso, I., de Renobales, M., Aldai, N., Barron, L.J.R. (2017). Changes in terpenoid composition of milk and cheese from commercial sheep flocks

- associated with seasonal feeding regimens throughout lactation. *J. Dairy Sci.* **100**, 96–105.
- Valenti, P., Antonini, G. (2005). Lactoferrin: an important host defence against microbial and viral attack. *Cell. Mol. Life Sci.* **62**, 2576–2587.
- van den Tempel, T., Jakopsen, M. (2000). The technological characteristics of *Debaryomyces hansenii* and *Yarrowia lipolytica* and their potential as starter cultures for production of Danablu. *Int. Dairy J.* **10**, 263–270.
- van Wyk, N., Kroukamp, H., Pretorius, I.S. (2018). The smell of synthetic biology: Engineering strategies for aroma compound production in yeast. *Fermentation*, **4**, 54.
- Vicente, M.S., Ibáñez, F.C., Barcina, Y., Barron, L.J.R. (2001). Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazabal cheese: Influence of starter and rennet type. *Food Chem.* **72**, 309–317.
- Viljoen, B.C. (2001). The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments. *Int. J. Food Microbiol.* **69**, 37–44.
- Viljoen, B.C., Khoury, A.R., Hattingh, A. (2003). Seasonal diversity of yeasts associated with white-surface mould-ripened cheeses. *Food Res. Int.* **36**, 275–283.
- Wang, F., Zhang, X., Luo, J., Guo, H., Zeng, S.S., Ren, F. (2011). Effect of proteolysis and calcium equilibrium on functional properties of natural Cheddar cheese during ripening and the resultant processed cheese. *J. Food Sci.* **76**, E248–E253.
- Wang, H.K., Dong, C., Chen, Y.F., Cui, L.M., Zhang, H.P. (2010). A new probiotic Cheddar cheese with high ACE-inhibitory activity and γ -aminobutyric acid content produced with Koumiss-derived *Lactobacillus casei* Zhang. *Food Technol. Biotechnol.* **48**, 62–70.
- Welthagen, J.J., Viljoen, B.C. (1998). Yeast profile in Gouda cheese during processing and ripening. *Int. J. Food Microbiol.* **41**, 185–194.
- Wit, M.D., Osthoff, G., Viljoen, B.C., Hugo, A. (2015). A comparative study of lipolysis and proteolysis in Cheddar cheese and yeast-inoculated Cheddar cheeses during ripening. *Enzyme Microb. Technol.* **37**, 606–616.
- Wu, J., Ding, X. (2001). Hypotensive and physiological effect of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from soy protein on spontaneously hypertensive rats. *J. Agr. Food Chem.* **49**, 501–506.
- Wu, J., Ding, X. (2002). Characterization of inhibition and stability of soy-protein-derived angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides. *Food Res. Int.* **35**, 367–375.
- Wu, S., Feng, X., Lan, X., Xu, Y., Liao, D. (2015). Purification and identification of Angiotensin-I Converting Enzyme (ACE) inhibitory peptide from lizard fish (*Saurida elongata*) hydrolysate. *J. Funct. Foods* **13**, 295–299.
- Wyder, M.T. (2001). Yeasts in Dairy Products. Swiss Federal Dairy Research Station, Fam Info No: 425, Liebefeld, CH-3003 Berne.
- Wyder, M.T., Bachmann, H.P., Puhani, Z. (1999). Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in foil wrapped Raclette cheese. *Lebens-Wiiss.u.-Technol.* **32**, 333–343.
- Wyder, M.-T., Puhani, Z. (1999). Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in aseptic cheese curd slurries. *Int. Dairy J.* **9**, 117–124.
- Xue, L., Wang, X., Hu, Z., Wu, Z., Wang, L., Wang, H., Yang, M. (2018). Identification and characterization of an angiotensin-converting enzyme inhibitory peptide derived from bovine casein. *Peptides* **99**, 161–168.

- Yamauchi, K., Kang, K.H., Kaminogawa, S. (1976). Proteolysis by *Debaryomyces hansenii* and lactic starters in skim-milk culture. *Nihon Chikusan Gakkaiho* **47**, 12–17.
- Yangılar, F. (2010). *Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen Beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Yaşar, K. (2007). *Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkisi*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Akbulut, N. (2011). Süt kaynaklı biyoaktif peptitler ve fonksiyon özellikleri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **48**, 77–84.
- Yılmaztekin, M., Özer, B.H., Atasoy, F. (2004). Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white-brined cheese. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **55**, 53–60.
- Yoshii, H., Tachi, N., Ohba, R., Sakamura, O., Takeyama H., Itani, T. (2001). Antihypertensive effect of ACE inhibitory oligopeptides from chicken egg yolks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicol. Pharm.* **128**, 27–33.
- Yoshikawa, M., Sasaki, R., Chiba, H. (1981). Effect of chemical phosphorylation of bovine casein components on the properties related to casein micelle formation. *Agr. Biol. Chem.* **45**, 909–914.
- Yu, W., Gao, J., Xue, Z., Kou, X., Wang, Y., Zhai, L. (2013). Radical-scavenging activity, ACE-inhibiting capability and identification of rapeseed albumin hydrolysate. *Food Sci. Hum. Wellness* **2**, 93–98.
- Yvon, M., Rijnen, L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *Int. Dairy J.* **11**, 185–201.
- Zambonelli, C., Rainieri, S., Chiavari, C., Montanari, G., Benevelli, M., Grazia, L. (2000). Autolysis of yeasts and bacteria in fermented foods. *Ital. J. Food Sci.* **12**, 9–21.
- Zhao, Y., Li, B., Liu, Z., Dong, S., Zhao, X., Zeng, M. (2007). Antihypertensive effect and purification of an ACE inhibitory peptide from sea cucumber gelatin hydrolysate. *Process Biochem.* **42**, 1586–1591.
- Zhou, C., Ma, H., Ding, Q., Lina, L., Yu, X., Luo, L., Dai, C., Yagoub, A.E.-G.A. (2013). Ultrasonic pretreatment of corn gluten meal proteins and neutrase: Effect on protein conformation and preparation of ACE (angiotensin converting enzyme) inhibitory peptides. *Food Bioprod. Process.* **91**, 665–671.
- Zulueta A., Esteve M.J., Frasquet I., Frígola A. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chem.* **103**, 1365–1374.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : HACER GÜRKAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya-16.03.1988

Adres : İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 44280 MALATYA

E-Posta : hcrgur@hotmail.com

Lisans : İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007-2011)

Yüksek Lisans : İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2011-2013)

Formasyon : İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Eğitimi (2017-2018)

Doktora : İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2013-2019)

Mesleki Deneyim

Kafkas Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2012-2013)

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi (2013-2019)

Yayın Listesi

1. A.A. Hayaloğlu, O. Levent, **H. Gürkan**, D. Şahingil, (2012). Kars Kaşar Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi ve Aroma Maddeleri Kompozisyonu, Türkiye 11. Gıda Kongresi, 528, Hatay, Türkiye.
2. A.A. Hayaloglu, B. Karatekin, **H. Gurkan** (2014). Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties. *Int. Dairy J.* **38**, 136–144.
3. **H. Gurkan**, S. Tay (2015). Biyoaktif Bileşenlerin Süt Türlerine Göre Değişimi, İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, Nevşehir, Türkiye.
4. S. Cakmakci, A.A. Hayaloglu, **H. Gurkan** (2015). Individual free amino acid and peptide profiles of mould-ripened Civil cheese made using selected strains

of *Penicillium roqueforti*, the 3rd International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus", Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

5. A.A. Hayaloglu, D. Sahingil, **H. Gurkan** (2016). Honey varieties and honey plants in Turkey, 13th Asian Apicultural Association Conference, Poster Presentation, Jeddah, Saudi Arabia.
6. O. Yildiz, S. Kolayli, A.A. Hayaloglu, D. Sahingil, **H. Gürkan** (2016). Volatiles Compounds of Monofloral Turkish Honeys, 13th Asian Apicultural Association Conference, Oral Presentation, Jeddah, Saudi Arabia.
7. **H. Gurkan**, A.A. Hayaloglu (2017). Volatiles and sensory characteristics of yogurt manufactured by incorporating basil (*Ocimum basilicum* L.). *Int. J. Food Prop.* **20**, 779–789.
8. **H. Gurkan**, M. Yilmaztekin, S. Cakmakci, A. A. Hayaloglu (2018). Volatile compounds and biogenic amines during the ripening of mold-ripened Civil cheese manufactured using three different strains of *Penicillium roqueforti*. *J. Food Saf.* **38**, 12568.
9. **H. Gürkan**, O.S. Boran, A.A. Hayaloglu (2019). Influence of purple basil extract (*Ocimum basilicum* L.) on chemical composition, rheology and antioxidant activity of set-type yoghurt. *Mljekarstvo* **69**, 42–52.