

**BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI
LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN PROTEOLİZ,
ACE-İNHİBİSYON AKTİVİTESİ VE AROMA
OLUŞUMUNA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Didem ŞAHİNGİL

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

Yrd. Danışman: Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

2012

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI LAKTİK ASİT
BAKTERİLERİNİN PROTEOLİZ, ACE-İNHİBİSYON AKTİVİTESİ VE
AROMA OLUŞUMUNA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Didem ŞAHİNGİL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DANIŞMAN: Prof. Dr. OSMAN ŞİMŞEK
Doç. Dr. ALİ ADNAN HAYALOĞLU**

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK ve Doç.Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU danıŐmanlıĐında, Didem ŞAHİNGİL tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

İmza :

Üye : Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ömer ÖKSÜZ

İmza :

Üye : Yrd.Doç. Dr. Mustafa MİRİK

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof.Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN PROTEOLİZ, ACE-İNHİBİSYON AKTİVİTESİ VE AROMA OLUŞUMUNA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Didem ŞAHİNGİL

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK
Yardımcı Danışman: Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada, bazı *Lactococcus* spp. cinsi starter bakteriler ile *Lactobacillus* spp. cinsi yardımcı kültür bakteri kombinasyonları (A peyniri: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* karışımı klasik kültür, B peyniri: klasik kültür + *Lactobacillus helveticus* ve C peyniri: klasik kültür + *Lactobacillus casei*) kullanılarak Beyaz peynir üretilmiş ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) 120 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. Yardımcı kültür kullanımı peynirin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, duyuşsal özellikleri ile aroma oluşumu üzerine ve Angiotensin dönüştürücü enzim-inhibisyon aktivitesi üzerine önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Yardımcı kültür ilave edilen peynirlerin pH ve titrasyon asitliği değerlerinin birbirinden farklı değerler aldığı belirlenmiştir. Yardımcı kültür kullanımı, duyuşsal ve tekstürel özellikler üzerinde farklılık yaratırken, farklı sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirler arasında bu parametreler açısından bir farklılık bulunamamıştır. Yardımcı kültür kullanımının suda çözünen ve % 12 TCA'da çözünen azot değerlerinde farklılık gösterirken, farklı depolama sıcaklıklarının etkisi sınırlı olmuştur. Peynirlerin serbest amino asit düzeyleri arasında farklılık bulunmuş ve en yüksek konsantrasyonda Leu, Glu, Arg ve Lys amino asitlerinin olduğu belirlenmiştir. Peynirlerin suda çözünmeyen fraksiyonlarının üre-jel elektroforezinde, α_{s1} -kazeinin önemli düzeyde parçalandığı, β -kazeinin hidrolize karşı daha dirençli olduğu belirlenmiştir. 120 günlük olgunlaşma süresince RP-HPLC peptit profilleri üzerine yardımcı kültür kullanımının ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının önemli düzeyde etkilerinin olduğu bulunmuştur. Peynirler arasında aroma profili açısından da farklılıklar belirlenmiş olup, farklı sıcaklıkta olgunlaştırmanın aroma üzerine etkisinin de önemli olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süresi ilerledikçe her iki depolama sıcaklığında peynirlerinin ACE-inhibisyon aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin azot fraksiyonları, toplam FAA, RP-HPLC ile belirlenen peptit konsantrasyonu, aroma profilinde artışlar olmuş, tekstürel özellikleri olgunlaşma süresi, sıcaklık ve yardımcı kültür farklılığı parametrelerinin sertlik değerleri üzerine etkili olduğu, diğer parametreler üzerine ise olgunlaşma sıcaklığının etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur. Yardımcı kültür kullanımının ve farklı depolama sıcaklıklarının, Beyaz peynir kalitesinde önemli ölçüde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Beyaz peynir, yardımcı kültür, olgunlaşma, proteoliz, aroma

2012, 163 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECT OF SOME LACTIC ACID BACTERIA ON PROTEOLYSIS, ACE-INHIBITION ACTIVITY AND AROMA PROFILE OF WHITE CHEESE

Didem ŞAHİNGİL

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK
Co-advisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

In this study, Turkish white-brined cheese was manufactured using *Lactococcus* spp. as starter culture and *Lactobacillus* spp. strains as adjunct culture (A cheese: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* and *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* traditional cultures, B cheese: traditional cultures + *Lactobacillus helveticus* and C cheese: traditional cultures + *Lactobacillus casei*) and experimental cheese were different temperature (6 °C ve 12 °C) ripened for 120 days. It was found that the use of adjunct culture have significantly influenced the physical, chemical, microbiological, textural and sensory properties, ACE-inhibition activity and flavor formation. pH and titratable acidity values were significantly different in adjunct culture added cheeses. Use of adjunct culture resulted in differences in sensory and textural properties of the cheeses; however, no significant differences were found between cheeses in terms of ripening temperature. In addition, water and 12 % TCA- soluble fractions were found to be significantly different but, the effect of ripening temperature was limited on the parameters. There were significant differences among the concentrations of free amino acids levels in cheeses and Leu, Phe, Glu, Arg and Lys were the most abundant amino acids. Urea-gel electrophoresis of water-insoluble fractions of the cheeses showed that α_{s1} -casein significantly degraded during ripening; however, β -casein was more resistant to hydrolysis. RP-HPLC peptide profiles were significantly influenced by adjunct culture and ripening temperature. Differences between cheeses have been determined in terms of aroma profile, and the effect of ripening temperatures on aroma profile of the cheese samples were statistically significant. As ripening period progressed, ACE-inhibitory activities of the cheeses increased in both storage temperature. Nitrogen fractions, total FAA, RP-HPLC peptide concentrations increased during ripening, and ripening period, temperature and adjunct culture has significantly influenced the textural properties (especially hardness values); however, other parameters were not influenced by ripening temperature. It was concluded that use of different adjunct culture and ripening temperature significantly affected the quality of white-brined cheese.

Keywords : White cheese, adjunct culture, ripening, proteolysis, aroma

2012, 163 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın oluşturulmasında her türlü yardımı veren ve tavsiyeleri ile yönlendiren başta danışman hocalarım Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK, Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na, peynirlerin üretiminde bana yardımcı olan Dr. Hüseyin Avni KIRMACI' ya, bütün analizlerde laboratuvar imkanlarını esirgemeyen İnönü Üniversite Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof Dr. Mehmet APLARSLAN'a, peynir üretimi için gerekli şartların oluşmasını sağlayan Harran Üniversitesi Pilot Süt İşletme Tesisi çalışanlarına, Peynir ambalaj materyalinin teminin sağlayan AKBEL Süt A.Ş 'den Derya KANTAS'a, duyu analizlere katılan İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarına, 2010-33 No'lu proje ile araştırmamı maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve özellikle bu çalışmamın her aşamasında bana destek olan anneme, kayınvalideme, kardeşlerime, eşime ve oğluma teşekkür ederim.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat
ABS	Absorbans
ACE-I	Angiotensin converting enzyme-İnhibisyon
Ala	Alanine
Arg	Arginine
Asn	Asparagin
Asp	Aspartic acid
Cd-Ninhidrin	Cadmium Ninhydrin
Cys	Cystine
dk	Dakika
FAA	Free amino acid
g	Gram
g	Gravity, bağıl santrifüj kuvveti
Gln	Glutamin
Glu	Glutamic acid
Gly	Glycine
GS-MS	Gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi
His	Histidine
Ile	Isoleucine
kg	Kilogram
kob/g	Koloni oluşturan birim/ gram
l.a.	Laktik asit
LAB	Laktik asit bakterisi
<i>Lb.</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Lc.</i>	<i>Lactococcus</i>
leu	Leucine
lt	Litre
M	Molar
Met	Methionine
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
PCA	Principal Component Analysis, Temel Bileşen Analizi
Pro	Proline
PTA	Fosfotungstik asit
RP-HPLC	Reversed-Phase high performance liquid chromatography
s	Saniye
<i>Str.</i>	<i>Streptococcus</i>
Thr	Threonine
Tyr	Tyrosine
Urea- PAGE	Urea-Polyacrylamide gel electrophoresis
Val	Valin
α	Alfa
β	Beta
μ l	Mikrolitre
μ m	Mikrometre

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ...	10
2.1. Starter bakteriler ve bakteri otolizinin peynir proteolizine etkisi.....	10
2.2. Starter bakterilerin peynirin kimyasal özelliklerine etkisi.....	11
2.3. Starter bakterilerin peynirde aminoasit oluşumu ve proteoliz üzerine etkisi.....	15
2.4. ACE-inhibisyon aktivitesi üzerine etkisi.....	18
2.5. Peynirde starter bakterilerinin aroma bileşiklerinin oluşumuna etkisi.....	20
2.6. Olgunlaşma sıcaklığın peynirde proteoliz, aroma oluşumu ve ACE-I..... İnhibisyon aktivitesi üzerine.....	24
2.7. Peynir üretiminde yardımcı kültür kullanımının peynir proteolizi, aroma..... oluşumu ve ACE-I peptit varlığı üzerine etkisi.....	26
3. MATERYAL ve METOD	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Süt.....	29
3.1.2. Starter bakteriler.....	29
3.1.3. Pıhtılaştırıcı enzim.....	29
3.1.4. Kalsiyum klorür (CaCl ₂).....	29
3.1.5. Tuz (NaCl).....	29
3.1.6. Ambalaj materyali.....	30
3.2. Metot.....	31
3.2.1. Beyaz peynir üretimi.....	31
3.2.2. Beyaz peynir analizleri.....	33
3.2.2.1. Titrasyon asitliği.....	33
3.2.2.2. pH değeri.....	33
3.2.2.3. Kurumadde oranı.....	33
3.2.2.4. Yağ ve kurumaddede yağ oranları.....	33
3.2.2.5. Tuz ve kurumaddede tuz oranları.....	33
3.2.2.6. Protein oranları.....	34
3.2.2.7. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması.....	34
3.2.2.7.1. Suda çözünen azot oranı ve olgunlaşma derecesi.....	34
3.2.2.7.2. % 12 trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranı.....	35
3.2.2.7.3. Toplam serbest amino asit miktarı.....	35
3.2.2.8. Ekstraksiyon ve fraksiyonasyon.....	36
3.2.2.8.1. Suda çözünen azot fraksiyonların ekstraksiyonu.....	37
3.2.2.8.2. Üre-Poliakrilamid jel elektroforez (urea-PAGE) ile kazein..... fraksiyonlarının belirlenmesi.....	37
3.2.2.8.3. Ters-faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit..... analizleri.....	40
3.2.2.8.4. Serbest amino asitlerin belirlenmesi.....	41
3.2.2.9. GC-MS ile aroma maddelerinin belirlenmesi.....	42
3.2.2.10. ACE-inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi.....	42
3.2.2.11. Mikrobiyolojik analizler.....	43
3.2.2.11.1. Mikrobiyolojik analizler için dilüsyon hazırlama ve sayım.....	43
3.2.2.12. Tekstür profil analizleri.....	44

3.2.2.13. Duyusal analizler.....	44
3.2.2.14. İstatistiksel analizler.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	46
4.1. Üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri	46
4.1.1. pH değerleri ve titrasyon asitlikleri	46
4.1.2. Kurumadde oranları.....	50
4.1.3. Yağ ve kurumaddede yağ oranları	52
4.1.4. Tuz ve kurumaddede tuz oranları.....	54
4.1.5. Protein oranları.....	56
4.2. Üretilen Beyaz peynirlerde meydana gelen proteoliz.....	57
4.2.1 Azot fraksiyonları.....	57
4.2.1.1. Toplam azot oranları.....	57
4.2.1.2. Suda çözünen azot oranları.....	59
4.2.1.3. % 12 trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranları	61
4.2.2. Peynirlerde saptanan toplam serbest amino asit miktarları	63
4.2.3. Peynirlerde saptanan serbest amino asit miktarları.....	65
4.2.4. Peynirlerde urea-poliakriamid jel elektroforez (urea-PAGE) ve ters faz	
yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile saptanan proteoliz	77
4.2.4.1. Peynirlerin urea-PAGE analizleri	77
4.2.4.2. Peynirlerde ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile	
belirlenen peptit profilleri	80
4.3. Peynirlerin GS-MS ile belirlenen aroma profilleri	89
4.3.1. Alkoller	90
4.3.2. Aldehitler ve metil ketonlar.....	95
4.3.3. Esterler.....	100
4.3.4. Asitler	104
4.3.5. Çeşitli bileşikler.....	107
4.4. ACE-inhibisyon aktivitesi değerleri.....	110
4.5. Mikrobiyolojik analizler.....	113
4.5.1. Koliform grubu bakteri sayımı.....	113
4.5.2. De Man Rogosa Sharpe agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	113
4.5.3. M17’de gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	116
4.5.4. Maya ve küf sayımı	117
4.6. Peynirlerin tekstür profil analizleri.....	118
4.6.1. Sertlik	120
4.6.2. İç yapışkanlık.....	122
4.6.3. Çıgnenebilirlik.....	123
4.6.4. Esneklik.....	125
4.6.5. Sakızimsılık.....	126
4.6.6. Dış yapışkanlık.....	128
4.7. Peynirlerin duyusal özellikleri	130
4.7.1. Renk ve görünüş puanları	130
4.7.2. Yapı ve tekstür puanları	133
4.7.3. Tat ve koku puanları.....	134
4.7.4. Kontrolde farklılık değerleri	136
4.7.5. Genel kabul edilebilirlik puanları.....	137
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	139
6.KAYNAKLAR	144
ÖZGEÇMİŞ	163

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Beyaz peynirin üretim akış şeması	32
Şekil 3.2.	Farklı konsantrasyonlarda Leu standardına karşı elde edilen absorbans değerleri	36
Şekil 4.1.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin pH değerleri.....	48
Şekil 4.2.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin titrasyon asitlikleri değerleri.....	49
Şekil 4.3.	Yardımcı kültürle (◆:A peyniri, ■: B peyniri,▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin kuru madde (%) değerleri.....	51
Şekil 4.4.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin SÇA değerleri.....	59
Şekil 4.5.	Yardımcı kültürle (◆:A peyniri, ■: Bpeyniri,▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot değerleri.....	61
Şekil 4.6.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin absorbans değerleri.....	64
Şekil 4.7.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin toplam serbest amino asit miktarları.....	65
Şekil 4.8.	Yardımcı kültürle üretilen Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 1. gününde oluşan serbest amino asit miktarları	72
Şekil 4.9.	Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 30. gününde oluşan serbest amino asit miktarları	73
Şekil 4.10.	Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 60. gününde oluşan serbest amino asit miktarları.....	74
Şekil 4.11.	Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 90. gününde oluşan serbest amino asit miktarları.....	75
Şekil 4.12.	Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 120. gününde oluşan serbest amino asit miktarları.....	76
Şekil 4.13.	A, B ve C peynirlerinin 6 °C ve 12 °C'de suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektroforetogramları. 1., 30. ve 60. günler (CN:kazein).....	78
Şekil 4.14.	A, B ve C peynirlerinin 6 °C ve 12 °C'de suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektroforetogramları. 90 ve 120. günler (CN: kazein).....	80
Şekil 4.15.	A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1. günündeki RP-HPLC peptit profilleri.....	81
Şekil 4.16	A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 30. gününde 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	82
Şekil 4.17.	A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 60. gününde 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	83

Şekil 4.18.	A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 90. gününde 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	84
Şekil 4.19.	A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 120. günündeki 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	84
Şekil 4.20.	A peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	85
Şekil 4.21.	A peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	86
Şekil 4.22.	B peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	86
Şekil 4.23.	B peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	87
Şekil 4.24.	C peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	87
Şekil 4.25.	C peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri.....	88
Şekil 4.26.	A, B, ve C peynirinin olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde aroma profillerinin PCA grafiği.....	90
Şekil 4.27.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin alkol bileşikleri miktarları.....	93
Şekil 4.28.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin alkol bileşiklerinin oranı.....	94
Şekil 4.29.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin aldehit ve metil keton bileşiklerinin miktarları.....	96
Şekil 4.30.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin aldehit ve metil keton bileşiklerinin oranı	97
Şekil 4.31.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin ester bileşiklerinin miktarları.....	101
Şekil 4.32.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin ester bileşiklerinin oranı.....	101
Şekil 4.33.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin asit bileşiklerinin miktarları.....	104
Şekil 4.34.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin asit bileşiklerinin oranı.....	105
Şekil 4.35.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin çeşitli bileşiklerinin miktarları.....	109
Şekil 4.36.	Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin çeşitli bileşiklerinin oranları.....	109

Şekil 4.37.	Şekil 4.37. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve 6 °C'de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerdeki ACE-inhibisyon aktivitesi oranları.....	110
Şekil 4.38.	Şekil 4.37. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve 12 °C'de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerdeki ACE-inhibisyon aktivitesi oranları.....	111
Şekil 4.39.	Yardımcı kültürle (◆: B peyniri, ■: C peyniri, üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin laktobasil miktarları.....	115
Şekil 4.40.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin laktokok miktarları.....	117
Şekil 4.41.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin maya-küf miktarları.....	118
Şekil 4.42.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin sertlik değerleri.....	121
Şekil 4.43.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin iç yapışkanlık değerleri.....	123
Şekil 4.44.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin çiğnenebilirlik değerleri.....	124
Şekil 4.45.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin esneklik değerleri.....	125
Şekil 4.46.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin sakızimsılık değerleri.....	128
Şekil 4.47.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin yüzey yapışkanlık değerleri.....	129
Şekil 4.48.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin renk ve görünüş puanları.....	130
Şekil 4.49.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin yapı ve tekstür puanları.....	133
Şekil 4.50.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin tat ve koku puanları.....	135
Şekil 4.51.	Yardımcı kültürle (◆: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin kontrolden farklılık değerleri.....	136
Şekil 4.52.	Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları.....	137

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	RP-HPLC analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları	40
Çizelge 3.2.	Peynirlerin duyusal değerlendirme formu	45
Çizelge 4.1.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler	48
Çizelge 4.2.	Örneklerin pH değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.3.	Örneklerin asitlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.4.	Örneklerin kurumadde değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.5.	Örneklerin yağ değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.6.	Örneklerin KYM değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	54
Çizelge 4.7.	Örneklerin tuz değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.8.	Örneklerin kuru maddede tuz değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.9.	Örneklerin toplam protein değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	56
Çizelge 4.10.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan azot fraksiyonları....	58
Çizelge 4.11.	Örneklerin toplam azot değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.	59
Çizelge 4.12.	Örneklerin SÇA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.13.	Örneklerin TCA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.14a.	Beyaz Peynirlerin serbest amino asit miktarları.....	69
Çizelge 4.14b.	Beyaz Peynirlerin serbest amino asit miktarları.....	70
Çizelge 4.15.	Örneklerin FAA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.16.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkoller $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	91
Çizelge 4.17.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkoller $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	92
Çizelge 4.18.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve metil ketonlar $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	98
Çizelge 4.19.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve metil ketonlar $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	99
Çizelge 4.20.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan esterler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	103
Çizelge 4.21.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan esterler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	103
Çizelge 4.22.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan asitler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	106
Çizelge 4.23.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan asitler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	106
Çizelge 4.24.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan çeşitli bileşikler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	108
Çizelge 4.25.	Beyaz peynir örneklerinde saptanan çeşitli bileşikler $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir.....	108
Çizelge 4.26.	Peynir Örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (Log kob/g).....	114
Çizelge 4.27.	Örneklerin laktobasil değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	115
Çizelge 4.28.	Örneklerin laktokok değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	116
Çizelge 4.29.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tekstür profil analizlerine ilişkin değerler.....	119
Çizelge 4.30.	Örneklerin sertlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	120
Çizelge 4.31.	Örneklerin iç yapışkanlık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	122

Çizelge 4.32.	Örneklerin çiğnenebilirlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	124
Çizelge 4.33.	Örneklerin esneklik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	126
Çizelge 4.34.	Örneklerin sakızımsılık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	127
Çizelge 4.35.	Örneklerin dış yapışkanlık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	129
Çizelge 4.36.	Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan duyuşal özellikler...	131
Çizelge 4.37.	Örneklerin renk ve görünüş değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	132
Çizelge 4.38.	Örneklerin yapı ve tekstür değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	134
Çizelge 4.39.	Örneklerin tat ve koku değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	135
Çizelge 4.40.	Örneklerin genel kabul edilebilirlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	138

1.GİRİŞ

Ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen peynir Beyaz peynir olup, peynir konusundaki çalışmaların büyük çoğunluğu bu çeşit üzerinde yoğunlaşmıştır (Hayaloğlu 2003). Süt ve süt ürünleri sağlıklı bir diyet için gerekli olan besin elementlerinin pek çoğunu içerir. Süt ürünleri, özellikle peynir, Türk toplumunun beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Dünya genelinde binlerce çeşidi olan peynirin Türkiye'de 50'den fazla çeşidi bilinmekte ve üretilmektedir (Hayaloğlu ve ark. 2002). Ülkemizde üretilen toplam süt miktarının 2010 yılı istatistiklerine göre 13.605 milyon iken inek sütünden üretilen peynir miktarının 473.057 ton olduğu belirtilmektedir (TÜİK 2010).

Bazı ülkelerde Beyaz peynire benzer tipte farklı isimlerle anılan peynirler üretilmektedir. Örneğin Yunanistan'da Feta, Bulgaristan'da Bjalo Salamureno Sirene, Mısır'da Domiati, Romanya'da Teleme, İsrail'de Brinza, Amerika'da Ouesto Blanco ve Yugoslavya'da Beli Sir Kriskama adıyla bilinmekte ve tüketilmektedir (Hayaloğlu ve ark. 2005).

Beyaz peynir yumuşak yapıda, tuzlu ve ekşimsi tada sahip, salamurada olgunlaştırılan bir peynir çeşidimizdir (Anonim 2009, Hayaloğlu ve ark. 2002). Beyaz peynirlerin en önemli özelliği genellikle kübik (7×7×7 ya da 7×7×10) ebatlarda kesilerek yaklaşık 1 gece salamurada tutulması (% 14-16) ve 3 ay olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulmasıdır (Kayagil ve Gürakan 2009). Beyaz peynir, beklenen tat, aroma ve ürün güvenilirliği kazanabilmesi için iki aydan fazla bir süre olgunlaştırılmalıdır. TS 591 No' lu standarda göre, kurumadde yağ oranı bakımından Beyaz peynir; tam yağlı (kurumadde de > %45), yağlı (kurumadde de > % 30), yarım yağlı (kurumadde de > %20 yağ), az yağlı (kurumadde de < % 20 yağ) peynir olmak üzere 4 farklı tipe ayrılmıştır. Ayrıca, kuru maddede tuz oranının en fazla % 10, nem miktarının ise en çok % 60 olabileceği bildirilmiştir (TSE 2008).

Peynir olgunlaşması; proteoliz, lipoliz reaksiyonları ile laktat, sitrat ve laktoz metabolizmasını kapsayan kompleks bir prosestir (Fox ve ark. 1998). Proteoliz; kimozin, pepsin ve mikrobiyal proteazlar gibi enzimler, süt enzimleri (plazmin, katepsin D ve somatik hücre proteazları), starter ve starter olmayan ikincil kültür enzimlerinin katkılarıyla gerçekleştirilir. (Sousa ve ark. 2001).

Proteoliz; amino asit ve kısa zincirli peptitlerin üretimi ile aroma oluşumu için öncül maddeler oluşturmaktadır. Kimozinin spesifitesi tüm kazeinler üzerine etki ettiği bilinmektedir.

Kimozin, β -kazeini 7 bölgeye ayırır, bunların çoğu hidrofobik C-terminal, β -kazeinin yakınında lokalize olur ve bu siteler (Leu₁₉₂-Try₁₉₃) kısa hidrofobik acı peptit oluşumuna neden olur (McSweeney 2004).

Laktokokların birincil proteolitik enzimi lactocepın (EC 3.4.21.96)'dir. Bu enzim hücre yüzeyine gevşek bir şekilde Ca⁺² ile bağlıdır. Lactocepın, yaklaşık 140 kDa büyüklüğünde optimum pH'sı 5.5-6.5 olan bir serin proteazdır. Lactocepınler, P_I ve P_{III} proteazlar olarak iki grupta sınıflandırılmıştır (Fox ve McSweeney 1996a). P_I tip enzimlerin etkisi β -kazein üzerine hızlı bir şekilde olurken, α_{s1} - ve κ -kazeine yavaş olmakta, fakat P_{III} tip enzimlerin β -kazein hidrolizi P_I tip proteinalardan farklı olarak, α_{s1} - ve κ -kazein üzerine etkisi hızlı olmaktadır (McSweeney 2004).

Peynir olgunlaşması sırasında proteoliz; pıhtılaştırıcı enzimler (kimozin, pepsin, mikrobiyal ve bitkisel asit proteazları), sütün doğal enzimleri (plazmin ve çok az katepsin D ve diğer somatik hücre proteazları), starter bakterilerin enzimleri, starter olmayan bakterilerin enzimleri, ikincil kültürlerin enzimleri (örneğin *Penicillium camemberti*, *P. roqueforti*, *Propionibacterium* spp., *Brevibacterium linens* ve diğerleri), peynir olgunlaştırmasını hızlandırmak amacıyla dışarıdan katılan proteinaz ve peptitazlar tarafından gerçekleştirilmektedir (Fox ve McSweeney 1996b, Sousa ve ark. 2001). Kazein öncelikle pıhtılaştırıcı enzimler tarafından az miktarda da plazmin tarafından büyük molekül ağırlığına sahip peptitlere parçalanmaktadır. Daha sonra laktik asit ve ikincil starter bakterilerin enzimleri ile de düşük molekül ağırlığına sahip peptitlere ve en sonunda da starter ve starter olmayan bakterilerinin peptitazları tarafından serbest aminoasitlere parçalanmaktadır (Sousa ve ark. 2001).

Beyaz peynire işlenecek süt pastörize edilmelidir. Pastörizasyon işlemi, sütte bulunan patojenleri, koliformları ve psikrofilik florayı elemine eder ve sütte mezofilik laktobasilleri azaltır. Isıl işlem ayrıca, peynirin mikrobiyolojik güvenilirliğini de artırır. Çiğ ve pastörize süttten üretilen peynirlerin mikroflorası önemli düzeyde farklılıklar gösterir. Çiğ sütle yapılan peynir aroması daha zengin ve güçlüdür (Cinbaşı ve Kılıç 2006, Hayaloğlu ve Brechany 2007). Bu nedenle, peynirin kendine özgü aroma ve yapısını kazandırmak amacı ile pastörize edilen süte özel bazı laktik asit bakterileri ilave edilerek arzu edilen kalitede peynir elde edilmeye çalışılmaktadır (Koçak ve ark. 1994).

Türkiye'de peynir üretiminde starter kültür 1970'lerde kullanılmaya başlanmıştır. Peynir, tereyağı ve yoğurt üretiminde çeşitli ticari kültürler kullanılmaktadır. Endüstriyel Beyaz

peynir, pastörize süt kullanılarak üretilmektedir. Pastörize süttten üretilen peynirlerin üretiminde starter kültür seçimi en önemli aşamalardan biridir (Bintsis ve Papademas 2002). Peynir üretiminde starter kültür kullanımı; maya aktivitesi, mayanın pıhtıda alıkonması, peynir verimi, peynir kuru maddesi, peynirde asitlik gelişimi ve olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimler gibi birçok faktör üzerinde etki göstermektedir (Pappas ve ark. 1996a, Hayaloğlu 2003). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürün tipi ve aktivitesi ürünün güvenliği ve kalitesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, koliform grubu bakterilerin kontrolü, telemede kalan laktoz miktarının düşürülmesi ve ortam pH'sının arzulanan düzeye inmesi açısından da üretimde kullanılan starter kültürlerin aktivitesi önemlidir (Bintsis ve Papademas 2002). Olgunlaştırılan sert peynir çeşitleri için genellikle proteolitik aktivitesi yüksek suşlar seçilirken, olgunlaştırılmadan tüketilen peynirler için proteolitik suşlar tercih edilmemektedir. Günümüze dek yapılan çalışmalarda Beyaz peynir üretiminde, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *cremoris*, *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus sake*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum* ve *Lb. helveticus* bakterilerinden oluşan termofilik ve/veya mezofilik starter kültür kombinasyonları kullanılmıştır (Hayaloğlu ve ark. 2002). Bununla birlikte, Beyaz peynir üretiminde starter olarak, *Lc. lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* bakterilerinden oluşan kombinasyonların kullanımı yaygınlık göstermektedir (Yaygın ve Toklu 2000, Hayaloğlu ve ark. 2004).

Günümüzde peynir matriksinde bulunan ve peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen çok sayıdaki aroma maddesinin oluşumunda önemli etkisi bulunan peynir mikroflorasının genetik ve fizyolojisinin ortaya konulması üzerindeki çalışmalar yoğunluk kazanmaktadır. Tipik peynir aroması proteoliz, glikoliz, lipoliz ve daha ileri aşamada amino asitlerin starter veya starter olmayan bakterilerce yıkımı ile gerçekleşmektedir. Uçucu karakterli aroma bileşikleri amino asit ve yağ asitlerinin parçalanması sonucunda oluşarak, çok sayıda tat ve aroma bileşeninin konsantrasyonuna bağlı olarak peynir kalitesine katkı sağlamaktadır. Lipoliz, peynir aromasının oluşumunda önemli bir biyokimyasal basamaktır. Lipoliz sonucu oluşan serbest yağ asitlerinden (FFA); ketonlar, primer ve sekonder alkoller, aldehytler, aromatik ve alifatik esterler oluşmaktadır.

Peynirde proteoliz, pıhtılaştırıcı enzimler, süt proteazları (özellikle plazmin), starter ve starter olmayan mikroorganizmalar ile sekonder mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlerin katalizlediği bir reaksiyonlar zinciridir (Fox 1989, Steele ve Ünlü 1992, Visser 1993, Madkor ve ark. 2000, Hayaloğlu 2003). Peynirlerin olgunlaşma süresinde, pıhtılaştırıcı enzimlerin

yanında az da olsa plasminin etkisi ile büyük ve orta moleküllü peptitler oluşmakta, bunlar daha sonra ortamda bulunan starter ya da starter olmayan bakterilerin proteolitik enzimleri ile daha düşük molekül ağırlıklı peptitlere ve aminoasitlere parçalanmaktadırlar (Grappin ve ark. 1985, Vicente ve ark. 2001a, Şahan ve Yaşar 2002, Hayaloğlu 2003).

Proteoliz, peynir olgunlaşması boyunca temel biyokimyasal olaylardan biridir. Pıhtılaştırıcı enzimleri, starter bakteri ve ikincil flora proteinazlar ve peptitazları ile süt enzimleri; proteinleri peptit ve amino asitlere dönüştürmektedir. Bu azotlu maddeler, peynirde temel aroma bileşiklerinin oluşmasına katkı sağlarlar ve öncül maddeler olarak kullanılırlar. Amino asitler farklı enzimatik yolla aldehit, alkol, karboksilik asit, hidroksi asit, indol, sülfür bileşikleri, amonyak, alfa-keto asitler, amin ve fenolik bileşiklere dönüşebilirler. Geriye kalan reaksiyonlar, laktoz, laktik asit ve sitrik asitten, asetat, asetaldehit, etanol, 2,3-bütandiol, diasetil gibi maddelerin üretilmesidir. Bu nedenle her peynirin kendine özgü aroma bileşiklerinin oluşumu oldukça önem taşımaktadır.

Arzu edilmeyen acı taddaki peptitlerin peynirin olgunlaşması sırasında üretilebildiği (Lemieux ve Simard 1991, Steele ve Ünlü 1992), kazeinin enzimatik hidrolizi sonucu bazı özel peptitlerin ortaya çıkmasıyla acı tadın oluştuğu bildirilmektedir (Fujimaki ve ark. 1970, Koçak ve ark. 1994). Guigoz ve Solms (1976), süt protein hidrolizatlarından izole ettikleri 26 acı peptitin yapısını analiz etmişler ve bu peptitlerin 2-27 amino asit kalıntısı ve nispeten yüksek seviyede hidrofobik amino asitleri içerdiğini saptamışlardır. Benzer peptitlerin Cheddar ve Gouda peynirlerinden de izole edildiği bildirilmektedir (Steele ve Ünlü 1992).

Peynirlerin olgunlaşmasının ilk aşamalarında glikoliz, pıhtı içerisinde kalan laktozun mikroorganizmalar tarafından parçalanarak laktat, asetat, bütirat, propiyonat veya sitrat gibi bileşikler oluşturmasıdır (McSweeney 2004). Bununla beraber süt lipazları veya peynir florasında bulunan mikroorganizmalar tarafından üretilen mikrobiyal lipazların katalizlediği lipoliz sırasında serbest yağ asitlerinin ve peynir aromasına etki eden uçucu bileşiklerin (alkoller, metil ketonlar ve laktonlar vd.) oluşumu gerçekleşmektedir (Üçüncü 2004). Proteoliz olayında ise peynir üretim aşamasında başlayan kazein parçalanması devam etmekte ve kazein fraksiyonlarında (α_{s1} , α_{s2} , β - ve κ -kazein) değişimler meydana gelmektedir (Hayaloğlu ve ark. 2004). Bu değişimler sonucunda kısa zincirli peptit grupları ve serbest aminoasitler açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu bileşikler hem peynirin su tutma kapasitesi ile su aktivitesini etkileyerek yumuşak bir yapı oluşumuna neden olmakta, hem de bir dizi ikincil

katabolik reaksiyona girerek peynir lezzetinin oluşumunda görev almaktadırlar (McSweeney 2004).

Peynir aroması, tek başlarına peynir lezzetini oluşturamayan yüzlerce uçucu bileşiğin meydana getirdiği karmaşık reaksiyonlarla oluşmaktadır (McSweeney ve Sousa 2000). Söz konusu bileşikler özellikle mikrobiyal enzimlerin etkisiyle peynirdeki protein, yağ, laktoz, laktat ve sitratın farklı ve karmaşık biyokimyasal yollar ile parçalanmaları sonucu oluşur. Dolayısıyla peynir mikroflorası, üretilen peynirlerin aroma ve lezzetini etkileyen çok sayıda uçucu bileşiğin oluşumunda önemli bir yere sahiptir (Bintis ve Robinson 2004). Süt endüstrisinde en önemli starter kültür bakteriler; *Str. thermophilus*, *Lc. lactis*, *Lb. helveticus* ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'tur (Savijoki ve ark. 2006).

Peynir endüstrisinde çok geniş yer alan *Lactococcus* cinsi bakteriler aminoasitler üzerindeki enzimatik aktiviteleri sonucunda farklı tat ve aroma oluşumuna katkı sağlarlar. *Lc. lactis*'in aminoasitler üzerindeki transaminasyon etkisi sonucunda, peynirin lezzetinde değişimler meydana gelmektedir (α -keto asitlerin dekarboksilasyonu sonucu aldehitler oluşur). Farklı suşlar arasındaki enzimatik aktivite de farklılıklar gösterir (Amárita ve ark. 2006). Peynir olgunlaşmasında rol oynayan starter bakterilerin yağların hidrolizinde de rol oynadıkları ve bunu sağlayan lipaz enzimlerinin hücre yüzeyine lokalize oldukları belirtilmektedir (Christiansen ve Reineccius 1995).

Starter olarak kullanılan Laktik asit bakterileri (LAB), fermente olabilen şekerleri tüketip diğer mikroflorayı oluşturan bakterilerin çoğalmasını kontrol etmekte, oksidasyon-redüksiyon potansiyelini düşürmekte, proteolitik ve lipolitik etkileri sonucu aroma bileşikleri sentezleyerek lezzet oluşumuna katkı sağlayabilmektedir (Lawrence ve ark. 1987, Olson 1990).

Bakteriyel otoliz, endojen peptitoglikan hidrolazların (PGHs) hücre duvarını enzimatik olarak parçalaması olarak açıklanmaktadır (Lortal ve Chapot-Chartier 2005). LAB lizisinin, aminoasitlerin aroma bileşiklerine dönüşümündeki etkileri yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Bourdat-Deschamps ve ark. 2004).

Bakteriler, kendi hücre duvarlarını hidroliz edebilme yeteneğine sahip PGHs üretirler ve bu sayede sahip oldukları koruyucu hücre duvarında bulunan peptitoglikan tabakası parçalanır. Süt ürünlerinin fermentasyonunda, LAB'ın otolitik özellikleri, starter kültür olarak kullanım amaçlarından biridir. Peynirin olgunlaşmasının kontrolünün sağlanmasında starter LAB'ın

lizisinin artması ve kontrolünün sağlanması oldukça önemlidir. Gerçekten de LAB starterleri intrasellüler enzim üretirler (peptitaz, lipaz ve aminoasit katabolizmasında rol oynayan enzimler). Bu enzimler olgunlaşma sırasında tat ve aroma gelişiminde çok önemli rol oynarlar. Başlangıçta kazeinin rennet etkisiyle çökmesinden sonra, sütteki endojen proteazlar ve bakteri hücre duvarına ait proteazlardan oluşan peptidazlar, peptitlerin aminoasitlere indirgenmesini sağlarlar (Kunji ve ark. 1996). Serbest aminoasitler, sonradan birçok enzimatik yolla aroma bileşiklerine katabolize edilirler (Yvon ve Rijnen 2001).

Peynirde olgunlaşma boyunca, otolizle birlikte starter bakteri sayısında bir azalma meydana gelir. Otolizle birlikte intrasellüler peptitazlar açığa çıkarak peptitleri hidrolize eder ve bu peynirde aroma gelişimi için önemli bir faktördür (Crow ve ark. 1995).

Bakteri otolizi sadece enzimlerin değil bununla birlikte diğer mikrofloranın gelişimini direkt-indirekt teşvik eden vitamin, mineral ve nükleik asit gibi intrasellüler bileşenlerin ortaya çıkmasını sağlar. Buna ilaveten lizisin tekstür gelişimi üzerine rolü çalışılmamıştır (Lortal ve Chapot-Chartier 2005).

Bakteri lizisi ve peynirde lipoliz düzeyi arasındaki ilişki çok az çalışılmıştır. Collins ve ark. (2003) Cheddar peynirinde, benzer esterolitik ve lipolitik aktiviteye sahip ve farklı lizis derecesindeki iki türün karşılaştırıldığı çalışmada her iki türün de serbest yağ asitleri miktarında artışa neden olduğu, fakat otolitik eğilimi yüksek olan *Lc. lactis* ssp. *cremoris* AM2'nin kaprilik, miristik, palmitik ve stearik asit miktarının önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Dabevska-Kostoska ve ark. (2010) geleneksel Beyaz peynire % 0.02 ve % 0.03 düzeyinde *Lb. casei* probiyotik kültürü aşılamışlardır. Peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bu bakteri sayısının 10^7 kob/g'dan daha yüksek olduğunu ve olgunlaşmanın ilk günlerinde az olan sayının olgunlaşmanın 60. gününde maksimum seviyeye (10^{11} kob/g) ulaştığını tespit etmişlerdir.

Süt, önemli besin elementleri içeren, bağışıklık sistemini koruyucu, biyolojik olarak aktif bileşenlerin kaynağı olan bir gıdadır (Clare ve Swaisgood 2000). İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan süt proteinleri çeşitli fizyolojik fonksiyonlara sahip peptitlerin ortaya çıkmasıyla daha da önem kazanmıştır. Sütün temel bileşenleri, kazein (α , β , κ , γ -kazeinler), α -laktoalbumin, β -laktoglobulin, immünoglobulin, laktoferrin, proteoz-pepton, transferrin ve kan serum albumindir. Bu protein fraksiyonlarından kaynaklanan peptitler opioid (sinir

sistemi düzenleyici), antitrombotik, yüksek tansiyon önleyici, bağışıklık düzenleyici, antimikrobiyal ve mineral taşıyıcı özelliklere sahiptir (Tokatlı ve ark. 2005).

Biyoaktif peptitler, gıda kaynaklı proteinlerin hidrolize olmasıyla açığa çıkmaktadır (Smacchi ve Gobetti 2000). İlk defa 1979 yılında tespit edilmesinden sonra araştırılmaya başlanmış ve kazeinden tripsin enzimi ile hidrolize edilerek üretilmiş kazein D; antihipertansif gıda bileşeni olarak Japonya'da satışa sunulmuştur. Biyoaktif peptitler genellikle 3-20 amino asit içeren kısa zincirli bir yapıya sahiptir. İnaktif halde bulunan biyoaktif peptitler; sütün sindirimi sırasında sindirim sistemi enzimleri ile, proteolitik starter kültürler ile sütün fermentasyonu yoluyla mikroorganizma veya bitkilerden elde edilen enzimler aracılığıyla açığa çıkarlar (Smacchi ve Gobetti 2000, Tokatlı ve ark. 2005 Roufik ve ark. 2006).

Endüstriyel olarak üretilen çoğu süt ürünleri için kullanılan starter kültürler yüksek proteolitik aktiviteye sahiptir. Fermente süt ürünlerinde starter ya da starter olmayan bakteriler tarafından biyoaktif peptitler meydana getirilmektedir. *Lc. lactis*, *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* spp. *bulgaricus* gibi LAB'nin proteolitik sistemleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu sistem hücre membranına bağlı proteinazlardan ve endopeptitaz, aminopeptitaz, tripeptitaz ve dipeptitazlar gibi farklı hücre içi peptitazlarından kaynaklanmaktadır (Şanlıdere ve Öner 2006).

Yüksek tansiyon önleyici peptitler, Angiotensin dönüştürücü enzimi (ACE) inhibe ederler. ACE, substratlarının peptit bağlarını hidroliz eden bir peptitildipeptitazdır. ACE, kan basıncını düzenleyen renin-angiotensin sistemi ile ilgilidir. Angiotensin I'i damarların daralmasına neden olan angiotensin II'ye dönüştürür ve damarların genişlemesini sağlayan bradykinin'i inaktif ederek kan basıncının artmasına neden olur (Otte ve ark. 2007a, Yumiko ve ark. 2008, Sieber ve ark. 2009, Nielsen ve ark. 2009).

ACE inhibitör peptitler peynir olgunlaşması süresince laktik asit bakterilerinin hücre duvar proteinazları ve intraselüler peptitazları tarafından ortaya çıkmaktadır. Peynirde ACE inhibitör peptitlerin etkinliği peynirin olgunlaşma düzeyi ile ilişkilidir (Meisel ve ark. 1997). Funglsang ve ark. (2003a), *Lb. helveticus* türlerinin genel olarak ACE inhibitör peptit üretiminde *Lactococcus lactis* türlerine göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Süt proteinlerinin (özellikle β -Lg ve kazein fraksiyonları) ACE-I'yı inhibe eden biyo-aktif peptitler bakımından zengin bir kaynak olduğu görülmüştür. Konu ile ilgili çalışmalarda iki farklı tripeptitin (IPP ve VPP) ACE-I inhibisyon yeteneğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Farklı

proteolitik enzimlerin süt proteini hidrolizasyon seviyeleri hem kantitatif hem de kalitatif farklılıklar gösterdiğinden bu enzimler tarafından açığa çıkarılan ACE inhibitör peptitlerin aminoasit dizilimi ve konsantrasyonları da farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Otte ve ark. (2007b), gerçekleştirdikleri bir çalışmada, ACE inhibitör peptit oluşturma yetenekleri bakımından proteazları termolisın > proteinase K > tripsin > pepsin > *Bacillus licheniformis* proteazı olarak sıralamıştır.

Son yıllarda, fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasına paralel olarak fonksiyonel ürün geliştirme çabaları da hız kazanmıştır. Bu alışmada, Beyaz peynir üretiminde kullanılan proteolitik özellikteki yardımcı kültürlerin (*Lb. helveticus* ve *Lb. casei*) ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının (6 °C ve 12 °C), peynirlerin proteoliz düzeyleri, ACE-I inhibitör peptit aktiviteleri ve uçucu aroma maddeleri oluşumu üzerine etkileri ortaya konulmuştur. Proteolitik starter kültür içeren Beyaz peynirde yüksek ACE-I inhibisyon aktivitesi ve aroma bileşikleri belirlenmiştir. Ayrıca, geliştirilmesi planlanan fonksiyonel Beyaz peynirin tekno-fonksiyonel özellikleri (proteoliz, asitlik gelişimi, starter bakteri gelişimi, duysal özellikleri, tekstür özellikleri) araştırılmıştır. Beyaz peynir üretiminde yardımcı birer kültür olarak *Lb. casei* ve *Lb. helveticus*'un otolize olma özelliğinden dolayı, normal starterden daha fazla proteolize ve aroma oluşumuna katkı sağladığı verilerinden hareketle (Ardö ve Petterson 1988, El-Soda ve ark. 2000, Hannon ve ark. 2003), bu bakterilerin peynir üretiminde kullanımı hedeflenmiştir. Süt rnleri arasında özellikle peynir aroması her zaman yoğun çalışılan konulardan biridir. Beyaz peynirlerde saptanan aroma bileşikleri benzer olmasına rağmen kullanılan starter ve yardımcı kültürlerin ve önemli bir depolama parametresi olan sıcaklığın etkisi ile kendine özgü tat ve aromanın oluşması konunun önemini arttırmaktadır. ACE-I (angiotensin dönüştürücü enzim) inhibisyonu ile hipertansiyonun kontrolü üzerine klinik çalışmaların yoğunluk kazanmıştır. Süt proteinlerinin biyo-aktif peptidler açısından oldukça zengin bir kaynak olduğunun ortaya konulmuştur. Gerek rn işleme sırasında gerekse ürünün olgunlaştırma sürecinde laktik asit bakterilerinin (starter ve yardımcı kültür) proteolitik aktiviteleri sonucunda serbest kalan peptidlerin ACE- inhibisyon etkilerinin bakteri suşuna ve zamana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, konu ile ilgili olarak yrtlen çalışmaların çoğunda, fermente süt ürünleri ve peynirlerden elde edilen peptidlerin ACE-inhibisyon aktiviteleri üzerine çalışmalar yapılmış olup, ürün bazında depolama koşulları ve üretim parametrelerinin etkileri konusu sınırlı düzeyde araştırılmıştır. Bu nedenle, çalışma kapsamında, ülkemizde yaygın olarak tüketilen bir süt ürünü olan salamura Beyaz peynirin fonksiyonel bir ürüne dönüştürülmesi düşünülmüştür. Bu amaçla,

Üretimde yardımcı kültür olarak iki farklı proteolitik bakteri (*Lactobacillus casei* ve *Lb. helveticus*) kullanılması ve retilcek Beyaz peynirlerin iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılması düşünülmüştür. Sonuçta, Beyaz peynirin anti-hipertansif kapasitesi ortaya konularak depolama sıcaklığı, proteolitik bakteri varlığının bu kapasite üzerindeki etkileri belirlenecek ve bu ürünün fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanıp tanımlanamayacağı ortaya konulacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Starter bakteriler ve bakteri otolizinin peynir proteolizine etkisi

Türk tipi Beyaz peyniri için seçilecek kültürlerdeki mikroorganizmaların, yüksek asit oluşturma yeteneğine sahip olmalarına, normal düzeyde proteolitik aktivite göstermelerine, tuza ve antibiyotiğe dirençli olmalarına özen gösterilmelidir. Araştırmacılar tarafından (*Lc lactis* ssp. *lactis*, *Lb. casei* ssp. *casei*, *Lb. plantarum*) (*Lc. lactis* ssp. *lactis*, *Lb. casei* ssp. *casei*, *Lb. brevis*,) gibi çeşitli kombinasyonlar önerilmiştir (Üçüncü 2005).

Valence ve ark. (2000), *Lactococcus* türlerinin peynir suyunda serbest proteolitik enzimlerin artan aktivitesiyle proteoliz üzerine pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Lb. helveticus ve diğer laktik asit bakterilerinin karşılaştırıldığında, *Lb. helveticus*'un en yüksek aminopeptidaz ve dipeptidaz aktivitesine sahip olduğu saptanmıştır (Sasaki ve ark.1995). *Lb. helveticus* türlerinin starter kültür olarak kullanıldığı çalışmalarda, Cheddar peynirinin 8 aylık olgunlaşma süresinde (Hannon ve ark. 2003) ve İsviçre peynirinin 3 aylık olgunlaşma süresinde (Valence ve ark. 2000), starter kültürün lize olması ile proteoliz arasında pozitif bir ilişki olduğu, aroma gelişimini teşvik ettiği ve serbest amino gruplarının otolitik *Lb. helveticus* suşları kullanıldığında daha fazla ortaya çıktığı saptanmıştır.

Peynirde bakteri lizisinin amino asit değişimi ile aroma oluşumu üzerine yapılan bir çalışmada, *Lc. lactis* AM2 lizisinin aromatik amino asit katabolizmasını teşvik ettiğini ve peynirde arzu edilen metionin, sülfür ve benzaldehit aroma bileşenlerinin oluşumunu geliştirdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca aminotransferaz aktivitesinin otolitik *Lc. lactis* AM2' de otolitik olmayan AM2-C ye göre 1,8 kat daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (Bourdat-Deschamps ve ark. 2004).

Fernandez de Palenzia ve ark. (2004), starter lizisinin izolösün (Ile) transaminasyonunu arttırdığı ve Ile-türevli α -keto-asitlerin dekarboksilasyonu sonucu 2-metil butanal oluşumunda artışa yol açtığını saptamışlardır.

Hannon ve ark. (2007), starter olarak düşük otolitik özellikteki *Lc. lactis* türleri (223 ve 227), buna ilave olarak *Lb. helveticus* DPC4571 içeren kültür karışımı ve sadece *Lb. helveticus* DPC4571 içeren kültür ilave edilerek yapılan Cheddar peynirlerinde, bileşim özellikleri açısından yağ, protein ve kuru madde de önemli bir farklılık olmadığını fakat kuru maddedeki tuz ve pH'da meydana gelen değişimin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bakteri lizisi primer

proteoliz üzerine (pH 4.6 'da çözünen azot fraksiyonları gibi) önemli bir etkide bulunmazken, sekonder proteoliz (toplam serbest amino asit gibi) üzerine önemli derecede etkilidir. Yapılan duyusal analizlerde lizis düzeyi yüksek *Lb. helveticus* içeren peynirlerde aroma gelişimi ve olgunlaşmanın daha hızlı olduğunu saptamışlardır (Hannon ve ark. 2007).

Scolari ve Vescovo (2005), peptidolitik bir starter kültür olan *Lb. casei* 5Mn 373'ün Grana peynirinin olgunlaşması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, kontrol örneklerine göre *Lb. casei* 5Mn 373 içeren peynirde serbest amino asit içeriği 6. ay sonunda % 16 ve 8. ay sonunda ise % 28 daha fazla bulunmasının starter otolizi ile ilişkili olduğunu ve örnekler karşılaştırıldığında amino asit profillerine göre Met, Val, Leu, ve Ile amino asitlerinin daha yüksek oranlarda olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Starter bakterilerin peynirin kimyasal özelliklerine etkisi

Beyaz peynirde bileşim açısından oluşan farklılık, çiğ sütün bileşimi, üretim teknolojisi ve peynir olgunlaşmasının standardize edilmemesinden kaynaklanmaktadır. İşletmeye kabul edilen sütün bileşimi açısından herhangi bir standardizasyonun olmaması ve peynir üretim aşamalarının nitelik ve niceliklerinin farklılık göstermesinden kaynaklandığını belirtmektedir (Turantaş ve ark. 1989).

Karakuş ve Alperden (1992), Beyaz peynirde yardımcı kültür kullanımının peynirin suda çözünen azot değerinde önemli bir farklılık oluşturmadığını ve en yüksek değerlerin olgunlaşmanın sonunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Litopoulou-Tzanetaki ve ark. (1993), *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Enterococcus* cinsi bakterilerden oluşan dört farklı kültür kombinasyonunu Feta peyniri üretiminde kullanmışlardır. Araştırmacılar, starter kültür kullanımının peynirlerin pH, toplam azot, çözünen azot, PTA'da çözünen azot değerleri üzerinde önemli farklılıklar yarattığını ayrıca randıman, tekstür ve aroma üzerine de olumlu katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Karakuş ve Alperden (1992), *Lactococcus* ve *Lactobacillus* türlerinden seçilen dört farklı kültür kombinasyonları kullanılarak Beyaz peynir üretmişlerdir. Gruplardan biri ticari peynir kültürü kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Asitlik gelişimi ve pH değerlerinde gözlenen farklılıkların önemli olmadığını ve diğer fiziko-kimyasal karakterler, proteoliz ve lipoliz düzeylerinin de benzer olduğunu bildirmişlerdir. Fakat ticari kültür kullanılarak ürettikleri Beyaz peynirlerin duyusal özelliklerinin deneme örneklerine göre daha düşük puanlar aldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, *Lc. lactis* ssp. *lactis* 4SM7, *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar.

diacetylactis ve *Lb. casei* 30R7 içeren kültür karışımı ile üretilen Beyaz peynirlerin panelistler tarafından en yüksek puanı aldıklarını bildirmişlerdir.

Uysal (1996), Beyaz peynir üretiminde starter kültür (*Lc. lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris*) kullanarak ürettiği peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) titrasyon asitliği, tuz, suda çözünen azot miktarı ve olgunlaşma indeksi değerlerinin yükseldiğini, pH ve toplam azot düzeyinin düştüğünü, üretimde kullanılan starter kültür seviyesinin artmasıyla birlikte peynirde proteoliz düzeyinin de arttığını bildirmiştir.

Hynes ve ark. (2001), *Lc. lactis*, *Lc. cremoris* ve *Lb. plantarum* türlerini içeren starter kültür ilavesi ile ürettikleri peynirde, sadece kuru madde oranlarında önemli değişimlerin olduğunu, pH değerleri, tuz ve nem oranlarında önemli farklılıklar olmadığını, pH 4.4 de çözünen azot değerlerinin ve serbest amino asit içeriklerinin starter kültür tipinden etkilendiğini bildirmişlerdir.

Michaelidou ve ark. (2003), *Lc. lactis* spp. *lactis* ve *Lc. lactis* spp. *cremoris* içeren ticari starter kültür katılarak ve starter kültür katılmadan üretilen iki tip düşük yağlı Feta peynirinde, proteolizi suda çözünen fraksiyonların ölçümü ile saptamışlardır. Suda çözünen fraksiyonlardaki farklılıkların çok az olduğunu TCA'da ve suda çözünen azotun starter kültür ilavesinden etkilenmediğini ancak fosfotungustik asitte (PTA) çözünen azot ve serbest amino asit düzeylerinin önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir.

Dağdemir ve ark. (2003), liyofilize ve DVS (direct vat culture) kültürlerin Beyaz peynirinin özellikleri üzerine etkilerini tanımladıkları çalışmada, toplam çözünen madde, tuz oranları, titrasyon asitlikleri, protein oranlarının tüm peynir çeşitlerinde artış gösterdiği ancak, liyofilize kültürle üretilen peynirlerin olgunlaşma indekslerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Hayaloğlu ve ark. (2004), Beyaz peynir üretiminde starter kültür olarak 4 farklı laktokok suşu (*Lc. lactis* ssp. *lactis* UC317, *Lc. lactis* ssp. *lactis* NCDO763, *Lc. lactis* ssp. *cremoris* HP, *Lc. lactis* ssp. *cremoris* SK11) kullanmışlardır. Farklı suşlar kullanılarak üretilen peynirlerde olgunlaşma süresince pH değerlerinde önemli farklılık tespit edildiğini, bileşim parametrelerinde ise önemli bir farklılığa rastlanmadığını, *Lc. lactis* ssp. *lactis* NCDO763 ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* SK11 kullanılarak üretilen peynirlerde en yüksek serbest amino asit ile peptit değerlerinin elde edildiğini bildirmişlerdir.

Göncü ve Alpkent (2005), kefir, yoğurt, ticari peynir kültürü kullanarak ürettikleri Beyaz peynirde starter kültür tipinin asitlik, pH, tuz, yağ gibi kimyasal bileşim faktörleri üzerine etkisinin önemli fakat olgunlaşma periyodunda kuru maddedeki yağ içeriği üzerine önemli etkide bulunmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca olgunlaşma süresince protein, suda çözünür azot ve olgunlaşma dereceleri üzerine de starter kültür tipinin etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Cinbaş ve Kılıç (2006), geleneksel metotla ve starter kültür ilave ederek endüstriyel metotla iki tip Beyaz peynir üretmişlerdir. İki ayrı metotla üretilen peynirlerin kimyasal bileşimlerinin, proteoliz ve lipoliz düzeylerinin karşılaştırıldığı çalışmada, nem, asitlik, trikolorasetikasitte (TCA) çözünen azot değerleri endüstriyel metotla üretilen peynire göre daha düşük, tuz, yağ ve toplam azot içeriğinin de daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Simov ve ark. (2006), *S. thermophilus* + *Lb. delbrueckii* spp. *bulgaricus* içeren yoğurt kültürü ve *Lb. casei* + *Lb. lactis* + *S. thermophilus* içeren iki farklı kültür karışımını Kaşkaval peyniri üretiminde kullanmışlardır. Starter kültürlerin proteoliz üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, *Lb. casei* içeren kültür karışımı ile üretilen peynirde serbest amino asit içeriği 3 kat daha fazla olduğunu, pH 4,6'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot oranlarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Hayaloğlu (2007), Beyaz peynir üretiminde starter kültür olarak 4 farklı laktokok suşu (UC317, NCDO763, HP SK11) kullanmış, farklı suşlar kullanılarak üretilen peynirlerde olgunlaşma periyodu boyunca pH ve titrasyon asitlik değerlerinde önemli farklılık tespit edildiğini, suda ve TCA'da çözünen azot değerlerinde ve toplam serbest amino asit içeriklerinin farklı kültür kullanımından önemli derecede etkilendiğini bildirmiştir.

Tarakçı ve Tunçtürk (2008), 4 starter kültür kombinasyonunun tuz içeriği dışında peynirin kimyasal bileşimi üzerine önemli derecede etkili olduğunu, protein, yağ ve pH değerlerinin kontrol peynirinde daha yüksek olduğu, suda ve TCA'da çözünen azot ve lipoliz değerlerinin *Lb. helveticus* içeren starter kültür kombinasyonunda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kayagil ve Gürakan (2009), *Lc. lactis* + *Lc. cremoris*, *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* ve farklı oranlarda *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* + *Lb. brevis*'i içeren kültür kombinasyonları ile ürettikleri 4 farklı Beyaz peynirin kimyasal özellikleri üzerine bu kültür kombinasyonların etkisini tanımladıkları çalışmada, peynirin kimyasal özelliklerini önemli derecede etkilemediğini bildirmişlerdir.

Karahan ve ark. (2010), iki starter kültür kombinasyonu ile ürettikleri Beyaz peynirlere bu kombinasyonların fizikokimyasal özellikler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, pH ve tuz içeriğinde önemli farklılıklar olduğunu fakat yağ ve kurumadde değerlerinin benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Atasoy ve Türkoğlu (2008), termofilik ve mezofilik starter kültürlerle ürettikleri Urfa peynirlerinde starter kültür kullanımının bileşim üzerine önemli bir etkiye bulunmadığını, serbest yağ asidi içeriklerinin her iki kültür karışımında da benzer olduğunu fakat lipoliz ve duysal niteliklerin starter kültür katılmadan yapılan peynirlere göre daha yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Kondyli ve ark. (2008), starter kültür ile rennet ilave edilerek, startersız ve rennet kullanılmadan üretilen üç farklı Galotyri-tipi peynirin kimyasal ve duysal karakteristiklerin incelendiği çalışmada, sadece starter kültür ilaveli peynirde nem, protein içeriği rennet içeren peynirlere göre önemli derecede yüksek olduğunu, kurumaddedeki yağ, asitlik, pH ve laktoz oranlarında önemli farklılıklar olmadığını, suda çözünen azot değerlerinin starter kültür varlığından önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar peynirlerde starter kültür farklılığının pH değeri üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu açıklarken (Özcan 2000, Hannon ve ark. 2003), diğer bir kısım araştırmacılar da pH değerinin starter kültür kullanımından etkilenmediğini bildirmişlerdir (Lynch ve ark. 1996, Pappa ve Anifantakis 2001, Gürsoy ve ark. 2001b). Araştırmacıların birçoğu Beyaz peynirlerin olgunlaşması sırasında belirli bir aşamaya kadar da olsa pH değerinin sürekli düşüş gösterdiğini savunmuşlardır. Kaymaz (1982) pastörize süttten starter kullanarak yapılan peynirlerde pH değerinin 3 aylık olgunlaşma periyodu sonunda 4.80-4.95 düzeyinde bulunduğunu belirlemiştir. Üçüncü (1971) ve Dağdemir (2001) farklı starter ürettiği Beyaz peynirlerde pH değerinin starter kültür kullanımından önemli düzeyde etkilendiğini açıklamışlardır.

Kayagil ve Gürakan (2009), biri ticari starter kültürlü diğer üçü farklı kombinasyonlarda startersız üretilen Beyaz peynirlerde peynirin kimyasal özellikleri üzerine etkisinin çok önemli olmadığı fakat duysal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerinde önemli etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Katsiari ve ark. (2009), iki mezofilik, bir termofilik ve bir mezofilik-termofilik olmak üzere dört farklı ticari starter kültür karışımı ile Galotyri tip peynir üretmişlerdir. Peynirin bileşimi,

duyusal ve lipolitik özellikleri üzerine farklı kültür karışımlarının etkisinin, Galotyri tip peynirin bileşim özellikleri üzerine önemli olmadığını fakat titre edilebilir asitlik, pH değerlerinin önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir. Fakat serbest yağ asitleri ve lipolizin farklı kültür karışımlarından önemli derecede etkilenmediğini bildirmişlerdir.

2.3. Starter bakterilerin peynirde aminoasit oluşumu ve proteoliz üzerine etkisi

Peynirlerin olgunlaşmasında, starter enzimlerinin önemli rolleri bulunmaktadır. Starter bakterilerin olgunlaşmaya en büyük katkısı peynirde serbest amino asit üretimidir. Proteolizin son ürünleri olan serbest amino asitler olup konsantrasyonları yıllardır olgunlaşma ölçütü olarak kullanılmaktadır. Proteoliz peynir olgunlaşmasında temel bir proses olup, olgun peynir çeşitlerinde tekstür, tat ve aromanın oluşumunda önemli rol oynar.

Yapılacak peynir çeşidine bağlı olarak seçilen suşların proteolitik aktivitelerinin yüksek ya da düşük olması istenen bir durumdur. Proteolitik aktivitesi yüksek suşlar sert yapıda ve uzun olgunlaştırma süresi gerektiren peynirler için kullanılırken, olgunlaştırılmadan tüketime sunulan ya da Beyaz peynir gibi kısa süreli olgunlaştırılan peynirlerin yapımına ise düşük proteolitik aktiviteye sahip suşlar kullanılmaktadır (Reimelt ve ark. 1996).

Peynirde serbest aminoasitler proteolizin son ürünleridir. Aminoasitlerin yıkılması peynirde aroma bileşenlerinin oluşmasında en büyük reaksiyon dizisidir. Aminoasit yıkılması iki yoldan ilerlemektedir. Birincisi temelde metiyonin için gözlenmekte olup, eliminasyon tepkimesi ile başlamakta ve kükürt içeren önemli aroma bileşiklerine dönüşmektedir. İkinci yol transaminasyon tepkimesiyle başlamakta olup bütün aminoasitlerin LAB tarafından parçalanması bir diğer yıkılma yoludur. Oluşan α -keto asitler bir veya iki ilave adım sonucunda çeşitli aroma bileşiklerine dönüşmektedir. Bütün bu bileşiklerin oluşmasında rol alan enzimler ile optimum çalışma koşullarını ortaya koymaya yönelik çalışmalar yapılmıştır (Yvon ve Rijnen 2001).

Law ve ark. (1992), *Lc. lactis* ssp. *lactis* UC317 ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* HP, tek şuşlu starter ile üretilen Cheddar peynirinin bileşimleri arasında fark olmadığını, UC317 suşu ile yapılan peynirlerin suda çözünen azot oranları % 7-12 düzeyinde daha yüksek bulunduğunu, serbest amino asit içeriğinin de üç kat daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde duyusal analizlerde de UC317 ile yapılan peynirler daha yüksek puanlar aldığı belirtilmiştir. Araştırmacılar aynı tip starter bakteri suşlarının peynir proteolizine farklı yönlerle katkıda bulunduğunu belirtirken her iki suşunda acılığa neden olmadığını bildirmişlerdir.

Gomez ve ark. (1999), dört *Lactococcus* türü starter kültürü ile çiğ ve pastörize süt ile üretilen Manchego peynirinde belli suşlarla yapılan peynirlerde pH 4.6' da ve % 12 TCA' da çözünen azot oranlarının önemli derecede yüksek olduğunu kazeinin daha fazla parçalandığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, *Lactococcus* türü starter kültürü ile yapılan peynirlerin aroma kalitesi ve duyuşsal özellikler yönünden ticari karışık kültürle yapılan peynire göre daha yüksek değerler aldığını açıklamışlardır.

Mendia ve ark. (2000), çiğ süttten ve *Lc. lactis* ve *Lb. casei* içeren starter kültürü çiğ ve pastörize edilmiş süttten ürettikleri peynirler arasında, en yüksek suda çözünen azot değerleri, pastörize edilmiş ve starter kültür ilave edilen peynirlerde gözlenmiştir. En yüksek α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanma düzeyinin de pastörize edilmiş ve starter ilave edilen örneklerde gözlendiğini, bunun aksine, en düşük serbest amino asit içeriğininde bu peynirlerin sahip olduğu saptanmıştır. Pastörize sütle yapılan peynirlerde Glu, Ser, Asn, Phe ve Lys amino asitlerinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Tungjaroenchai ve ark. (2001), dört starter kültür (*Brevibacterium linens* (BL2), *Lc. lactis* ssp. *diacetyllactis*, *Lb. helveticus* (LH212) ve *Lb. reuteri* (ATCC 23272) ile yağ azaltılarak üretilen Edam peynirlerinde proteoliz düzeylerinin starter kültür farkına göre etkisi incelenmiştir. Farklı starter kültürler arasında yüksek otolitik aktivitesi dolayısıyla *Lb. helveticus* içeren peynirlerde serbest amino asit içeriğinin ve proteoliz derecesinin daha yüksek olduğunu ve kültürler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Vicente ve ark. (2001b), starter kültür ve rennet tipinin Idiazabal peynirinde serbest amino asit içeriği üzerine etkisini çalışmışlardır. Vicente ve ark. (2001b), olgunlaşma süresince serbest amino asit içeriğinin starter kültür içeren peynirlerde yüksek olduğunu ve Leu, Glu, Val ve Phe amino asitlerin en yüksek değerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kandarikis ve ark. (2001), farklı termofilik ve mezofilik kültür karışımları kullanılarak ürettikleri Feta peynirlerinde, *Lactobasillus* içeren termofilik kültürle üretilen peynirlerde kurumadde, pH ve suda çözünen azot değerlerinde farklılık olduğu, α_{s1} -kazein ve β -kazein fraksiyonlarının etkilendiğini, RP-HPLC analizlerinde de bu farklılığı belirgin bir şekilde ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Buna ilaveten starter karışımının serbest yağ asitleri miktarını da önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir.

Candioti ve ark. (2002), Arjantin Reggianito peynirlerinde doğal kültürlerle ve 3 farklı *Lb. helveticus* kültürü ilave edilerek üretilen peynirlerde kimyasal bileşim ve suda çözünen

azot değerlerinde önemli farklılıklar bulunmadığını, ancak % 12 TCA'da ve % 2.5 PTA'da çözünen azot fraksiyonlarında farklılıklar kaydedildiğini bildirmişlerdir. Peynirler arasında serbest yağ asidi değerlerinde, jel elektroforez profilleri bakımından önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, peynir üretiminde starter bakterilerin primer proteoliz üzerine direk etkide bulunmadığını, sekonder proteoliz üzerine etkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

Michaelidou ve ark. (2003), *Lc. lactis ssp. lactis* ve *Lc. lactis ssp. cremoris* türlerini içeren starter kültürle üretilen Feta peynirinde düşük yağlı ve tam yağlı peynirlerde kültür oranının artmasının, serbest amino asit miktarının artmasına neden olduğunu ve düşük yağ içeren peynirlerde peynirin kimyasal bileşimi, suda ve çeşitli çözücülerde çözünen azot oranları üzerine starter kullanımının önemli bir etkisinin olmadığını ancak % 5 PTA'da çözünen azot oranları ve amino asit düzeyleri üzerine starter kültür kullanımının önemli düzeyde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Ji ve ark. (2004), İsviçre tipi peynirde *Str. thermophilus* ve *Lb. helveticus* içeren starter kültürlerin % 0.33:1 oranlarında kullanımının serbest yağ asidi konsantrasyonu üzerine etkisinin önemli olmadığını, Cd-ninhidrin metodu ile yapılan analizde serbest amino asit miktarının da önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Iriyogen ve ark. (2007), pastörize koyun sütünden starterli (*Lb. paracasei* + *Lb. plantarum*) ve startersiz ürettikleri Roncal tip peynirde serbest aminoasit ve uçucu bileşikleri analiz etmişlerdir. Olgunlaşma periyodunda her iki grubun da serbest aminoasit konsantrasyonunda 11-12 kat artış olduğu, buna ek olarak Leu, Ile, Phe, Val, Lys ve Ala aminoasit düzeylerinin olgunlaşma sonunda önemli derecede farklılık gösterdiğini, *Lactobacillus* metabolizması ile üretilen bu serbest amino asitlerin ve amino asitlerin bazı parçalanma ürünlerinin düzeyleri arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Michaelidou ve ark. (2007), Kefalograviera-tipi peynir üretiminde iki ticari kültür sisteminin serbest amino asit ve peptit profili üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, karışık kültür karışımının düşük yağlı peynirde primer proteoliz üzerine etkisinin olduğunu ancak sekonder proteoliz üzerine etkisinin az olduğunu belirlemişlerdir. RP-HPLC analizlerine göre toplam serbest amino asit içeriği tanımlanmış, kontrol örneklerine göre karışık kültür ile yapılan peynirlerde önemli derecede farklılık olduğunu, peptit profilinin de daha zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Pereira ve ark. (2008), Portuguese tipi peynirlerde kullanılan farklı starter bakterilerinin peynirin bileşiminde, suda çözünen ve toplam azot oranlarında çok önemli bir farklılık yaratmadığını, starter bakterilerin serbest amino asit miktarları üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Peynirlerde rennetin suda çözünen ve toplam azot oranları üzerinde etkili olduğunu, proteoliz ve serbest amino asit oluşumu üzerine önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Pereira ve ark. (2008), Portuguese peynirlerinde starter kültür ve rennet kullanımının proteoliz üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada, *Lc.* ve *Lb.* türlerini içeren tek ve karışık kültürle üretilen peynirde serbest amino asit gelişimine ve orta-küçük molekül ağırlıklı peptitlerin oluşumuna katkıda bulunduğunu, rennet kullanımının ise proteoliz derecesi üzerine etkili olduğu fakat proteoliz yoğunluğu üzerine etki etmediğini bildirmişlerdir.

2.4. ACE-inhibisyon aktivitesi üzerine etkisi

Peynirin olgunlaşması süresince, kazeinden çok sayıda peptit meydana gelmektedir. Bu peptitlerin bazıları ACE inhibitör aktivitesinden dolayı antihipertansif etkiye sahiptir. Günümüzdeki çalışmalar peynirde, Val-Pro-Pro ve Leu-Pro-Pro gibi iki tripeptitin oluşumu üzerine odaklanmaktadır.

Yapılan çalışmaların çoğu peynir olgunlaşması süresince ACE inhibitör aktivitesi olduğunu göstermiştir. Meisel ve ark. (1997), farklı olgunluktaki Gouda peynirlerindeki ACE-inhibitör aktivitesini etkilediğini ve en güçlü aktivitenin orta olgunluktaki peynirlerde olduğunu bildirmişlerdir. Bir α_{s1} -kazein den türemiş antihipertansif peptit 6 aylık olgunlaşma süresi sonunda Parmesan peynirinden izole edilmiştir fakat depolamanın 15. ayından sonra aktivitenin kaybolduğunu bildirmişlerdir (Addeo ve ark.1992).

Ryhänen ve ark. (2001), Festivo peynirlerinde ACE inhibisyonu olgunlaşmanın 6. haftasında % 10 değerine, 13. haftada % 50 değerine ulaştığını, 20. haftadan sonra yaklaşık % 30 düzeyine kadar azaldığını bildirmişlerdir. Buna zıt olarak Saito ve ark. (2000), Gouda peynirinde olgunlaşmanın 24. ayında (% 78.8) olan ACE inhibisyon aktivitesinin 8. aya (% 75.5) göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Gómez-Ruiz ve ark. (2002), farklı starter kültürle üretilen Manchego peynirlerinde peynir olgunlaşması boyunca ACE-inhibitör aktivitesini izledikleri çalışmada, toplam 22 peptit fraksiyonundan 9 adedi tanımlanmış ve sadece bir adet ACE-inhibisyonundan sorumlu peptit bulunduğunu, olgunlaşmanın ilk 4 ayında aktivitede bir azalma, 8. ayında aktivitenin

maximun değere ulaştığını ve olgunlaşmanın 12. ayında yeniden aktivitede azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Leclerc ve ark. (2002), *Lb. helveticus* R211 ve R389 ile fermente edilen ve kazeinle zenginleştirilen sütte bakteriyel gelişim, proteoliz ve ACE-inhibitör aktivitesi ve bununla birlikte antihipertansif etkisi de araştırmışlardır. Kazeinle zenginleştirilen *Lb. helveticus*'un iki suşu ile fermente edilen üründe yüksek proteoliz ve ACE-inhibitör aktivitesinin olduğunu, sütün fermentasyonu boyunca ACE- inhibitörü peptitlerin kazein kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Pan ve ark. (2005), *Lb. helveticus* JCM1004 ile fermente ettikleri yağı alınmış sütte antihipertansif peptit oluştuğunu ve ACE-inhibitör etkisinde VPP ve IPP peptitlerinin etkisi olduğunu saptamışlardır.

Bütikofer ve ark. (2007), 36 adet İsviçre peyniri ve Allgäuer, Limburger, Münster, Reblochon, Gorgonzola, Roquefort, Manchego ve Feta gibi İsviçre peyniri olmayan 9 çeşit, toplam 44 adet yarı sert ve yumuşak peynir analiz edilmiştir. HPLC-MS³ metodu ile peynirlerde Val-Pro-Pro ve Ile-Pro-Pro peptit miktarları ve ACE-inhibisyon aktivitesi IC₅₀ değerlerinin tanımlanması ile ölçülmüştür. 44 peynir örneğinde ACE-inhibisyon aktiviteleri ile VPP ve IPP peptit oranlarının peynir çeşidi, olgunlaşma süresi, starter kullanımına bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Quirós ve ark. (2007), *Enterococcus fecalis*'in seçilen 4 suşu ile fermente edilen sütte fermentasyon süresinde proteolitik aktivite ölçülmüştür. İlk 6 saatlik inkübasyon süresinde küçük miktarlarda artış gösteren aktivitenin 24 saatlik fermentasyon sonunda yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir. Tüm suşların proteoliz derecesiyle ACE-I aktivitesinin güçlü bir ilişki içinde olduğunu, HPLC-MS analizleriyle tanımlanan antihipertansif aktivite gösteren peptitler olduğunu, ACE-inhibitör aktivite gösteren iki peptitin β-kazein'den meydana geldiğini, prolin içeriğinin yüksek olduğunu ve IC₅₀ değerlerinin 5µM olduğunu bildirmişlerdir.

Donkor ve ark. (2007), yoğurt kültürü ve probiyotik bakteri içeren kültürlerde ürettikleri farklı çeşit yoğurtlarda oluşan peptit fraksiyonlarının yüksek ACE-inhibitör aktivite gösterdiği RP-HPLC analizleri ile göstermiş ve ACE-inhibisyonunun 28 günlük depolama süresinde 1. ve 3. haftalardaki depolama döneminde en büyük değere ulaştığını bildirmişlerdir.

Papadimitriou ve ark. (2007), geleneksel ve probiyotik bakteri kullanarak üretilmiş koyun sütü yoğurtlarında ACE-inhibisyon aktivitesi belirlemiş ve bazı peptitler tanımlamıştır. Her iki üründe de benzer peptit profili gözlemlendiği fakat miktarsal olarak farklılık olduğunu bildirmişlerdir.

Ong ve Shah (2008a), üç farklı kültür kombinasyonu ile Cheddar peyniri üretmişlerdir. Olgunlaşma süresince ACE- inhibitör aktivitesinin incelendiği bu çalışmada, 24 haftalık olgunlaşma periyodunda *Lb. helveticus* içeren peynirlerin ACE-inhibisyonu 12 hafta sonra optimum düzeye ulaşırken diğer peynirlerde maksimal inhibisyonun olgunlaşmanın sonunda gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca olgunlaşma sıcaklığının proteolizi hızlandırdığı ve ACE-inhibisyonunun gelişimine pozitif etki yaptığını bildirmişlerdir.

Sieber ve ark. (2009), *Lb. helveticus* içeren geleneksel serum kültürü ile üretilen 3 Emmental peynirinde olgunlaşma periyodununun 4., 9. ve 12. aylarında ACE-inhibisyon aktivitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Nielsen ve ark. (2009), 7 *Lb. helveticus*, 4 *Lc. lactis*, 1 *Str. thermophilus* ve 1 *Lb. acidophilus* türleri ile fermente edilen sütte depolama süresinde ACE-inhibisyon aktivitesini belirledikleri çalışmada, ACE-inhibisyon aktivitelerinin türler arasında farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *Lb. helveticus*'un iki türünün ACE- inhibitör aktivitesinin de en yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Lb. helveticus'un bazı şuşlarının (CPN4, CP790, CP611, CP615, JCM1006, JCM1004) süt fermentasyonu boyunca bakteri proteinazları tarafından kazeinlerin proteolizi ile ACE-inhibitör peptitler ürettiği, bir starter bakteri olarak *Lb. helveticus* ile fermente edilen süt ürünleri antihipertansif aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (Yamamoto ve ark. 1994b, Maeno ve ark. 1996, Sipola ve ark. 2002).

Lignitto ve ark. (2010), Asiago d'allevo peynirlerinde farklı olgunlaşma süreleri (6, 12 ve 18. ay) ile iki farklı peynir üretiminde, peynirlerin üretim sisteminin ACE-inhibisyon aktivitesi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını fakat 6 ay süre ile olgunlaştırılan peynirlerdeki ACE inhibisyon aktivitesinin daha olgun peynirlere göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.5. Peynirde starter bakterilerinin aroma bileşiklerinin oluşumuna etkisi

Peynirde aroma; kısmen süt hayvanının beslenmesinden ve türünden kaynaklanan, büyük bir oranda ise, peynirin üretim ve depolama periyodu boyunca oluşan bir dizi kimyasal ve

biyokimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan bileşiklerin duyu organları üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır. Peynir üretimi ve depolanması esnasında süt bileşenlerinden protein, yağ, laktoz ve sitrat, enzimatik, kimyasal ve mikrobiyolojik yolla parçalanarak ve/veya transformasyona uğrayarak aroma bileşenlerini oluştururlar. Sütün doğal enzimleri (plazmin, katepsin D gibi), starter mikroorganizmalardan salgılanan veya starter bakterilerin lize olması ile ortaya çıkan enzimler, üretim ve olgunlaştırma sırasında ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimler bu biyokimyasal reaksiyonların aktivasyonunda rol oynarlar. Özellikle peynir üretiminde kullanılan starter kültürler, spesifik aroma ve lezzet bileşenlerinin oluşumu için gerekli enzimleri sağlarlar (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Taze peynirlerin aroması genellikle üretim sırasında kullanılan starter bakterilerin laktoz veya sitrat fermentasyonu sonucu oluşan asetaldehit ve diasetil gibi karbonil bileşiklerinden ileri gelmektedir. Ancak olgunlaşmış peynirin aroması, çiğ sütün doğal florası, starter ve starter olmayan bakteri enzimleri ile peynir mayası kaynaklı enzimlerin birlikte etkisiyle daha kompleks reaksiyonlarla oluşur (Urbach 1997).

Olgunlaşma süresince süt yağı bazı biyokimyasal değişikliklere uğrayarak peynirin lezzet gelişimine katkıda bulunur. Bu değişikliklerin başlıcaları oksidasyon ve lipolizdir. Lipoliz, çeşitli gliseritlerden serbest yağ asitlerinin ortaya çıktığı biyokimyasal bir reaksiyondur ve lipaz enzimi tarafından gerçekleştirilir. Sütün doğal lipazı, rennet preparatlarından gelen lipaz, starter bakterilerinden salgılanan lipaz, ikincil starter ve starter olmayan bakterilerden salgılanan lipazlar ve peynir üretimi esnasında dışarıdan ilave edilen lipazlar olarak sıralanabilmektedir (Molimard ve Spinnler 1996).

Mulet ve ark. (1999), pastörize edilen süte starter ilave edilerek üretilen Mahón peynirlerinde olgunlaşma periyodu boyunca uçucu fraksiyonlardaki değişimin gözlemlendiği çalışmada, toplam 21 temel aroma bileşeni tanımlandığını, olgunlaşma boyunca uçucu bileşenlerde önemli değişim meydana geldiğini, yağ asitleri ve metil keton içeriğinde artış gözlemlendiğini, alifatik dallanmamış yağ asitlerinin temel oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Süt yağının hidrolizi sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitleri olgunlaşmış peynirlerin aromasına katkıda bulunmaktadırlar (Fresno ve ark. 1997). Bazı araştırmacılar kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin (C4-C10) ortamda düşük miktarlarda bulduklarında bile, peynirin karakteristik aroması ve asidik tadının gelişimine katkıda bulduklarını bildirmişlerdir (Sable ve Cottenceau 1999).

Proteoliz, peynirde aroma oluşumu için en önemli biyokimyasal olaydır. Proteoliz süresince peynirde dört büyük değişim meydana gelir. Bunlar, peynirde protein matriksinin parçalanması, bazı acı peptit ve amino asitlerin oluşumu, aroma maddelerinin oluşumunda rol oynayan serbest amino asitlerin ortaya çıkması ve ağızda çiğneme esnasında lezzet maddelerinin salınmasına yardımcı olacak şekilde peynir matriksinin değişmesidir (McSweeney ve Sousa 2000).

Yapılan bir çalışmada dokuz adet olgun Cheddar peynirinden izole edilen 152 adet LAB'nin % 55'inin protein hidrolizatları ile serbest aminoasitleri parçalayabildiği bulunmuştur. Aminoasit parçalanmasıyla oluşan katabolik ürünlerin Cheddar aromasından sorumlu olduğu ileri sürülse de birçok peynir türünde küçük peptitlerin ve serbest aminoasitlerin aromaya katkı sağladığı vurgulanmaktadır (Williams ve ark. 2001).

Yirmidört çiğ ve pastörize koyun sütünden yapılan Manchego peynirlerinde olgunlaşma periyodu boyunca uçucu aroma bileşiklerine bakılmış olup, 83 adet bileşen tespit edilmiştir. Çiğ süttten yapılan peynirlerde aroma yoğunluğu esterlerle, dallanmış aldehitlerle, pastörize süttten yapılan peynirlerde ise esterlerle, aldehitlerle, 2-metil keton ve 2-alkonol ile ilişkilendirilmiştir. Diasetil pastörize süttten yapılan peynirlerde aroma kalitesini negatif yönde etkilediği belirtilmiştir (Fernandez-Garcia ve ark. 2002).

Peynirin aroma bileşenine süttün orijini, çeşidi, ilave edilen starter kültür miktarı ve tipi, üretim koşulları, olgunlaşma sıcaklığı ve süresi gibi bir çok faktör etki ettiği belirtilmektedir (Fernandez-Garcia ve ark. 2002).

Morales ve ark. (2003), 32 adet *Lc. lactis* suşunun taze peynirlerde uçucu bileşik oluşumu üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan bazı *Lc. lactis* suşlarının taze peynirlerin üretimi ve olgunlaşması boyunca dallanmış zincirli aldehit ve alkol oluşumunu arttırdığı bazı uçucu bileşiklerin de benzer ya da daha yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Corrêa Lelles Nogueira ve ark. (2005), Minas peynirinde uçucu profilin karakterize edildiği çalışmada, yağ asitleri, esterler, alkol, aldehit, keton, terpenler ve laktonları içeren toplam 54 bileşen tanımlamıştır.

Amárta ve ark. (2006), peynir aroması oluşumu için yabani laktokok türlerin sütte gelişimleri süresince aroma bileşenleri üretme yeteneklerinin test edildiği çalışmada, α -keto asit dekarboksilaz aktivitesi gösteren *Lc. lactis* IFPL730 ile kombine edilmiş ve türler tek tek inkübasyona bırakılmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, temel uçucu bileşenler gözlenmiş ve

buna ek olarak bu türün kullanımı inkübe edilen sütlerde uçucu bileşiklerin içeriğini arttırdığı ve duyu analizlerde aroma yoğunluğu açısından panelistlerin en yüksek puanı verdiğini bildirmişlerdir.

Iriyogen ve ark. (2007), pastörize koyun sütünden starterli (*Lb. paracasei* + *Lb. plantarum*) ve startersiz ürettikleri Roncal tip peynirde uçucu bileşikleri analiz etmişler ve toplam 73 uçucu bileşen tanımlandığını, starter kullanılan peynirlerde olgunlaşma sürecinde yüksek miktarlarda farklı uçucu bileşenlerin tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Hannon ve ark. (2007), düşük otoliz özelliğine sahip iki ticari *Lc. lactis* (223, 227) türü ve yüksek otolitik tür olan *Lb. helveticus* (DPC4571) türünün farklı kombinasyonları ile üretilen 3 ayrı Cheddar peynirinde starter varlığının aroma gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada aroma gelişimi üzerine starter laktokokların etkisi vurgulanmaktadır ve olgunlaşmanın erken dönemlerinde aroma gelişimi ve substrat düzeyinin artışı üzerine de otolitik tür olan *Lb. helveticus*' un pozitif etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmayla türler arasındaki farklılığın aroma profili üzerine etkisi olduğu vurgulanmıştır.

Leuven ve ark. (2008), çiğ ve pastörize inek sütünden *Lactococcus* cinsi kültür ilave edilerek üretilen Gouda tip peynirlerinde aroma farklılıkları karakterize edilmiş ve pastörize olgun peynirlerde amino asitlere bağlı flavor bileşiklerinde artış, düz zincirli aldehitler ve uçucu asit miktarlarında da azalma gözlemlendiği ve bu azalma ile tatlı ve meyvemsi aromayı ilişkilendirdiklerini, pastörize edilen daha olgun peynirlerin aroma yoğunluğunu ise sülfür bileşenleri ile ilişkilendirdiklerini bildirmişlerdir.

Rodriguez-Alonso ve ark. (2009), çiğ ve pastörize süttten starterli ve startersiz olarak ürettikleri peynirlerde meydana gelen aroma maddelerini karşılaştırmıştır. Çiğ sütle yapılan peynirlerde 46, pastörize sütle yapılan peynirlerde 34 uçucu fraksiyon gözlemlendiğini, uçucu bileşen çeşitlerinde farklılıklar olduğunu, dallanmış zincirli aldehit ve alkollerin miktarlarının önemli derecede fazla olduğunu, metil ketonlar, bunun peynir kompozisyonundaki değişimlerden kaynaklandığı vurgulamışlardır. Çiğ sütle yapılan peynirlerde pastörize sütle yapılan peynirlere göre lipolizin daha kuvvetli olduğunu bildirmişlerdir.

Tosun (2009), starter kültür kombinasyonları katılarak oluşturulan 4 farklı Beyaz peynir örneğinde olgunlaşma süresi boyunca oluşan fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklerin ve GC-MS yöntemiyle uçucu aroma bileşiklerinde ortaya çıkan değişikliklerin incelendiği çalışmada, olgunlaşma periyodu sonunda 19'ar adet alkol ve ester grubu, 14 adet organik asit,

4 adet hidrokarbon bileşiği 3 adet aldehit ve keton grubu olmak üzere 62 adet uçucu bileşik tespit edildiğini ve toplam uçucu bileşimin peynir örnekleri arasındaki farklılıkların önemli olduğunu bildirmiştir.

2.6. Olgunlaşma sıcaklığın peynirde proteoliz, aroma oluşumu ve ACE-I inhibisyon aktivitesi üzerine etkisi

Olgunlaşma sıcaklığı, peynir çeşitlerinin kendine özgü tat ve aromasının oluşması ve yapısının gelişmesi üzerine etkili önemli parametrelerden biridir. Peynirin çeşidi ve üretim yöntemlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynirler ve Cheddar peynirlerinde 6-8 °C, küflü ve yüzeyden olgunlaştırılan peynirlerde 12-14 °C ve Permesan ve Emmental peynirlerinde 22-24 °C 'ye kadar yükselen sıcaklıklar uygulanmaktadır (Fox ve ark. 1996).

Cheddar peynirlerinin aroması ve olgunlaşma süresi üzerine olgunlaşma sıcaklığının etkisinin belirlendiği çalışmada, olgunlaşma sıcaklığının 6 °C'den, 13 °C'ye yükseltilmesiyle aroma yoğunluğunun arttığı ve istenilen olgunluğa ulaşması için gerekli sürenin % 50 oranında azaldığı bildirilmiştir (Law ve ark. 1976).

Ticari olarak üretilen ve 6 °C, 12 °C ve 16 °C 'de olgunlaştırılan Cheddar peynirlerinde olgunlaşma sıcaklığının artmasıyla izlenen proteoliz (suda ve PTA'da çözüne azot, toplam serbest amino asit, urea- PAGE ve RP-HPLC profilleri) ve lipoliz düzeylerinde artış gösterdiği bildirilmiştir (Folkertsma ve ark. 1996).

Shakeel-Ur-Rehman ve ark. (2000), çiğ (R) ve pastörize (P) sütten ürettikleri ve farklı sıcaklıklarda (1 °C ve 8 °C) olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinin aroma ve uçucu bileşen profili üzerine etkisini belirledikleri çalışmada, en yüksek uçucu bileşen konsantrasyonunun R8 ve en düşük konsantrasyonun P1 peynirlerinde olduğunu, süt tipi ve olgunlaşma sıcaklığının flavor ve aroma bileşenleri üzerine önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Shakeel-Ur-Rehman ve ark. (2000), çiğ (R) ve pastörize (P) sütten ürettikleri ve farklı sıcaklıklarda (1 °C ve 8 °C) olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinin aroma ve uçucu bileşen profili üzerine etkisini belirledikleri çalışmada, en yüksek uçucu bileşen konsantrasyonunun R8 ve en düşük konsantrasyonun P1 peynirlerinde olduğunu, süt tipi ve olgunlaşma sıcaklığının flavor ve aroma bileşenleri üzerine önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Manchego ve Mozerella peynir çeşitlerinde de olgunlaşma sıcaklığının 4 °C ‘den, 16 °C’ye ve 7 °C’ye yükseltilmesiyle olgunlaşma süresinin % 30-50 civarında kısaldığı belirtilmiş ve Manchego peynirlerinde aroma yoğunluğunu arttırdığı bildirilmiştir (Gaya ve ark. 1990, Li ve Ping 2005).

Hannon ve ark. (2005), Cheddar peynirlerinde olgunlaşma süresi ilerledikçe olgunlaşma sıcaklığının arttırılmasının peynir aromasının gelişiminde olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesi, olgunlaşmayı hızlandırmakla beraber, olgunlaşma ürünlerinin bileşiminde de değişikliklere neden olmaktadır. Cheddar peynirlerinin olgunlaşma sıcaklığının 8 °C’ den, 12 °C’ye yükseltilmesiyle oluşan orta ve kısa zincirli yağ asitlerinin oransal dağılımı, aynı peynirlerin olgunlaşma sıcaklığının 4°C’ den, 8 °C’ ye yükseltilmesiyle oluşan yağ asidi kompozisyonu arasında farklılıklar olduğu belirtilmiştir (O’Mahony ve ark. 2006).

Farklı sıcaklıklarda (18 °C ve 12 °C) olgunlaştırmanın Reggiano Argentino peynirlerinin % nem içerikleri ve olgunlaşma derecesi (özellikle 18 °C’de olgunlaşma süresinin 62. gününde olgunlaşma derecesinin oldukça yüksek olduğu) üzerine etkisinin önemli olduğu fakat olgunlaşma süresi sonunda pH derecesinin çok önemli olmadığı bildirilmiştir. (Candiotti ve ark. 2002, Hynes ve ark. 2003, Perotti ve ark. 2004, Sihufe ve ark. 2010a).

Sihufe ve ark. (2010b), farklı sıcaklıklarda (18 °C ve 12 °C) olgunlaştırmanın Reggiano Argentino peynirlerinin serbest amino asit değerleri üzerine etkisinin önemli olduğunu ve sıcaklığın arttırılmasıyla bu değerlerin arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar aynı zamanda olgunlaşma sıcaklığının arttırılmasıyla α_1 -kazein ve β -kazeinin parçalanmasının daha fazla, RP-HPLC peptit profillerinde pik alanlarında da artış olduğunu bildirmişlerdir.

Ong ve Shah (2008a), farklı sıcaklıkta (4 °C, 8 °C ve 12 °C) olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinde olgunlaşma sıcaklıklarının peynirlerin ACE-inhibisyon düzeyi üzerine etkisinin önemli olduğunu, sıcaklık artışı ile ACE-inhibisyon oranının arttığını bildirmişlerdir.

Ong ve Shah (2008b), farklı sıcaklıkta (4 °C ve 8 °C) olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinde olgunlaşma sıcaklıklarının ACE-inhibisyon düzeyi üzerine etkisinin önemli olduğunu, 8 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde proteoliz düzeyinin artmasının bir sonucu olarak ACE-inhibitör peptitlerinin varlığının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.7. Peynir üretiminde yardımcı kültür kullanımının peynir proteolizi, aroma oluşumu ve ACE-I peptit varlığı üzerine etkisi

Çiğ sütte üretilen peynirlerde olgunlaşma ve aroma gelişimi çiğ sütün mikroflorasının aktivitesinden dolayı pastörize edilen sütlerden yapılan peynirlere göre daha iyi olduğu bilinmektedir (Fox ve ark. 1996). Pastörizasyon işlemi ile sütün doğal mikroflorasında büyük oranda azalmasının yanında, enzim inaktivasyonu, serum proteinlerinin denatürasyonu gibi değişimler de meydana gelebilmektedir. Bu nedenle, ısı işlem görmüş sütlerden üretilen peynirlerde aroma geliştirici ve bunun yanında olgunlaştırmayı hızlandırıcı özelliğe sahip yardımcı kültürlerin kullanımı önem kazanmaktadır. Bu tip kültürler aroma geliştirici özelliklerinin yanı sıra olgunlaştırmayı hızlandırıcı etkiye de sahiptirler (El- Soda ve ark. 2000).

Yardımcı kültürlerin peynir üretiminde kullanılmasında etkili olan iki temel faktörden biri bu bakterilerin enzim sistemleri ve diğeri ise bakterilerin otoliz düzeyleridir. Yardımcı kültürler peynire ya canlı ya da zayıflatılmış kültür halinde ilave edilebilmektedir.

Jha ve Singh (1991), Cheddar peyniri üretiminde starter kültür olarak *Lb. casei*'nin kullanılması durumunda, 15 °C - 6 hafta ve sonrasında 8 °C - 10 haftalık depolama sonunda elde edilen aromanın, aynı peynirlerin 8 °C - 24 hafta depolanması ile elde edildiği belirtilmiştir.

Nakamura ve ark. (1995a,b) ile Sipola ve ark. (2002), en iyi bilinen ACE inhibitör peptitlerin (Val-Pro-Pro ve IPP) *Lactobacillus helveticus* ile fermente edilen süt ürünlerinde olduğunu, Fuglsang ve ark. (2003a) *Lb. helveticus* türleri kullanılarak üretilen ürünlerin *Lc. lactis* kullanılanlara göre ACE inhibitör peptitleri açısından daha zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Smacchi ve Gobbetti (1998), dört farklı İtalyan peynirinde (Crescenza, Gorgonzola, Mozzarella ve Italice) gerçekleştirdiği çalışmada ACE-I inhibisyon yetenekleri nispeten yüksek olan biyoaktif peptitlerin varlığını saptamışlardır.

Yamamoto ve ark. (1999), *Lb. helveticus* CPN4 türü ile ürettikleri yoğurt benzeri fermente üründe ACE-inhibitör dipeptit (Tyr-Pro) tanımlamış ve peptit konsantrasyonunun fermentasyon süresince arttığını bildirmişlerdir. Yine *Lb. helveticus* tarafından üretilen ve peptit diziliminde Try-Pro içeren amino asitleri bulduran peptitlerin ACE- inhibitör

aktivitelerinin yüksek olduğu başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gobbetti ve ark. 2004, Marco ve ark. 2004).

Yardımcı kültür olarak peynir üretiminde kullanılan laktobasillerin, yüksek proteolitik aktivitelerinden dolayı, peptitlerin hidroliz oranını ve serbest amino asit içeriğinin arttırdığı ve uçucu yağ asitleri düzeyini arttırdığı, lezzetini ve duyuşal özelliklerini iyileştirdiğı tespit edilmiştir (Antonsson ve ark. 2002).

Grsel ve ark. (2003), starter kültür kullanımının peynirlerin genel bileşimini etkilemediğini, ancak olgunlaşmayı hızlandırdığını bildirmişlerdir.

Bintis ve ark. (2004), yardımcı kültür kompozisyonu ile ürettikleri 4 ayrı Feta peynirinde aroma bileşenleri üzerine yardımcı kültürlerin etkisini araştırdıkları çalışmada, laktobasil ilave edilen sütlerle üretilen peynirlerde daha zengin bir aroma profili (zellikle alkoller, aldehitler ve ester) gözlendiğini bildirmişlerdir.

Robert ve ark. (2004), *Lb. helveticus* NCC 2765'nin önemli bir ACE-inhibisyon potansiyeline sahip olduğu ve özellikle bu bakteri proteazları tarafından β -kazein'den açığa çıkarılan peptitlerin in vitro koşullarda simule edilmiş gastrik hidrolizasyona direnç gösterdiğini ancak α_{s1} -kazein'den açığa çıkarılan peptitlerin aynı direnci gösteremediklerini belirlemişlerdir.

Thage ve ark. (2005), farklı aminotransferaz aktivite profiline sahip 3 *Lactobacillus* tek tür yardımcı kültür ve mezofilik DL-starter yağı azaltılmış peynir üretiminde kullanılarak aroma gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar peynir üretiminde farklı türlerin kullanımının aroma profilinde farklılıklara neden olduğunu, *Lb. paracasei* CHCC 4256 suşunun kullanımının dallanmış zincirli amino asitlerden üretilen aroma bileşenlerinin içeriğinde önemli artış sağladığını ve duyuşal karakteristiklerde iyileşme yaptığını bildirmişlerdir.

Gmez-Ruiz ve ark. (2006), 8 farklı ticari İşpanya peynirlerinde ACE-inhibitör peptitleri tanımladığı çalışmada, farklı üretim teknolojileri ile üretilen peynirlerin ACE-inhibitör aktivitesinin farklı olduğunu, incelenen peynir tiplerinde farklı proteoliz oranlarının olduğunu ve proteoliz ile ACE-inhibitör peptit oluşumu arasında net bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Tanımlanan peptitlerin farklı boyutlarda olduğunu, hiçbir peptitin κ -kazeine ait olmadığını bildirmişlerdir.

Hannon ve ark. (2007), yardımcı kültür olarak *Lb. helveticus* ilave edilen Cheddar peynirlerinde, *Lb. helveticus*'un olgunlaşmanın erken dönemlerinde lize olması ile olgunlaşma süresince aroma öncül maddelerini ve substrat düzeyini arttırarak aroma gelişimine katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Peynir olgunlaşmasında proteolitik aktiviteye sahip *Lb. helveticus*'un seçilen türleri VPP ve IPP peptitlerinin oluşması için anahtar rol oynamaktadır. Yamamoto ve ark. (1994a), proteinaz aktivitesine sahip *Lb. helveticus* CP790 β -kazeinden 15 ACE-inhibitör peptit ve α_{s1} -kazeinden 10 ACE-inhibitör peptit meydana getirdiğini, buna karşı preteinaz aktivitesinden yoksun suş olan *Lb. helveticus* CP791 ile fermente edilen sütte bu aktivitenin gözlenmediği bildirmişlerdir.

Ahn ve ark. (2009), % 2 (w/w) oranında peynir altı suyu içeren gelişme ortamında dokuz *Lactobacillus* türünün (*Lb. bifermetas*, *Lb. brevis*, *Lb. casei*, *Lb. helveticus*, *Lb. fermentum*, *Lb. lactis*, *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum*, *Lb. reuteri*,) ACE'ye karşı inhibitör etkisinin belirlendiği çalışmada, ACE inhibitör etkisi en yüksek olan türün *Lb. helveticus* olduğunu ve RP-HPLC analizlerinde saptanan ACE inhibitör aktivitesine sahip 14 peptit arasında IC₅₀ değeri en yüksek *Lb. helveticus*'un iki peptit fraksiyonunun (H6 ve H7) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu peptitlerin Pro-Val-Leu amino asitlerini içerdiği ve aromatik amino asitlerden Phe içeren peptitlerin Lys içeren peptitlere göre ACE- inhibisyon aktivitesinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

3.MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1.Süt

Peynir üretiminde kullanılacak inek sütü Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sağlanmıştır. Üretimde sabah sağımı taze inek sütü kullanılmıştır ve sütler üretim anına kadar 4 °C' de depolanmıştır. 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* (Kod O 113) karışık peynir kültürü ana kültür olarak kullanılmış, proteolitik karakterli iki kültür yardımcı kültür olarak kullanılmıştır. Proteolitik kültür olarak *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* kullanılmıştır. Klasik peynir kültürü (Laktokoklar) ve proteolitik kültürler Peyma Hansen A.Ş firmasından (İstanbul) sağlanmıştır. Analizlerde kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıktadır.

3.1.3. Pıhtılaştırıcı enzim

Pıhtılaştırıcı enzim olarak Peyma Hansen firmasından sağlanan şirden mayası kullanılmış ve kuvveti kesin (Enzim kuvveti 1/16000) olarak saptandıktan sonra peynir sütüne pıhtılaşmayı 40 dakikada tamamlayacak miktarda katılmıştır. Enzim 1/12 oranında saf su ile sulandırıldıktan sonra peynir sütüne (100 lt süte 12 ml enzim) ilave edilmiştir.

3.1.4. Kalsiyum klorür (CaCl₂)

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

3.1.5. Tuz (NaCl)

Peynirlerin tuzlanması, piyasada bulunan ticari kaya tuzundan yararlanılmıştır. Bu amaçla hazırlanan % 14'lük salamura, 95 °C'de 30 dakika süre ile ısıtılma tabi tutulmuştur.

3.1.6. Ambalaj materyali

Peynirlerin ambalajlanmasında pratik açılabilir kapaklı 500 gr'lık plastik kutular kullanılmıştır. Kutular, Pakset A.Ş. (Konya)'den sağlanmıştır.

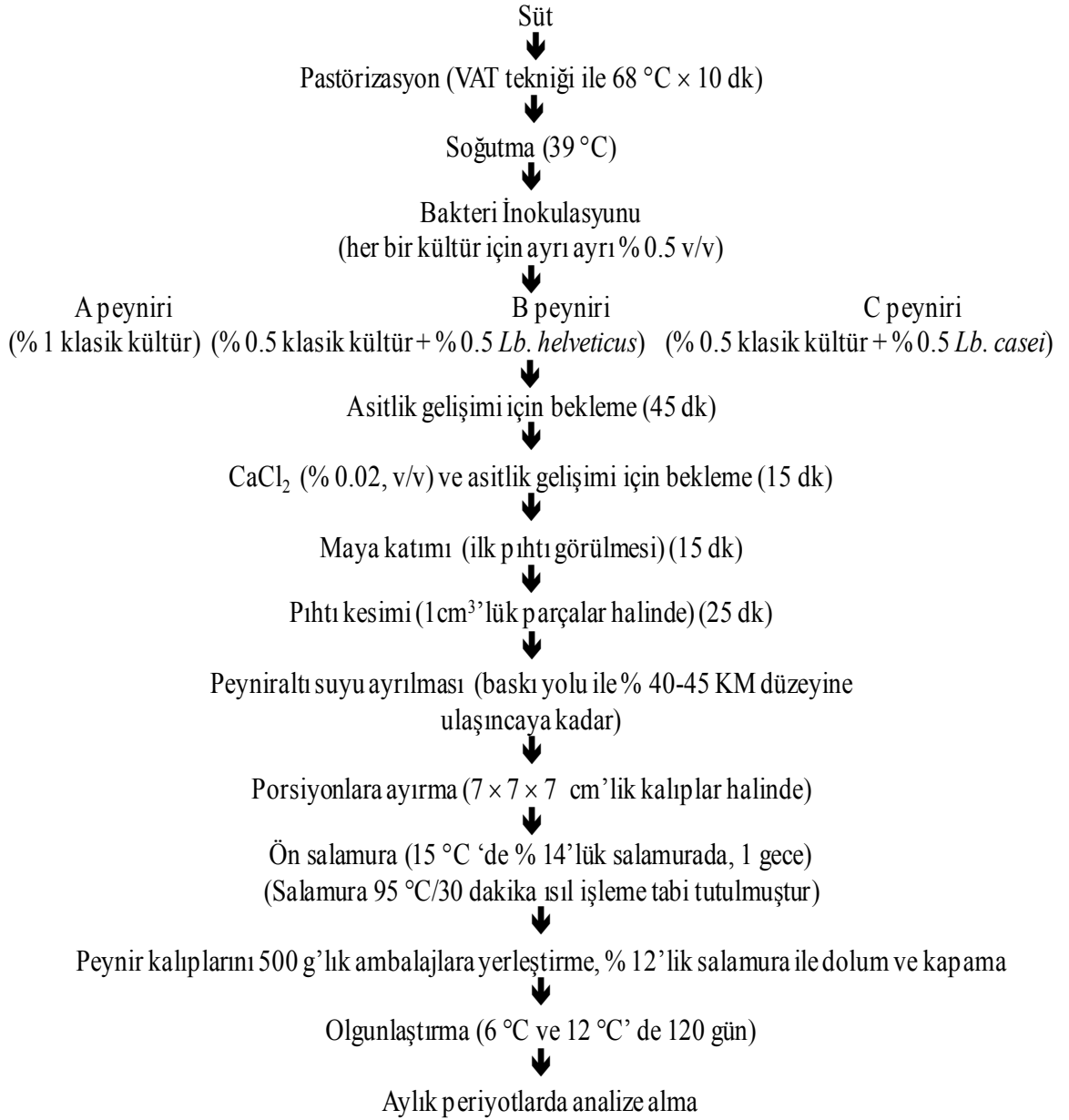
3.2. Metot

3.2.1. Beyaz peynir üretimi

Hayaloğlu ve ark. (2004) tarafından önerilen yöntem uygulanarak Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde kurulu bulunan pilot süt işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre; gerekli ön testlerden (antibiyotik varlığı, asitlik gelişimi vb.) geçirilen yaklaşık 300 litre sabah sağımı taze inek sütü (pH 6.6 ± 0.05) 3 eşit bölüme ayrılmıştır (Şekil 3.1' de gösterilen üretim akışı benimsenmiştir). Buna göre;

1. **A peyniri:** *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* karışımı (klasik kültür)
2. **B peyniri:** Klasik kültür + *Lactobacillus helveticus*
3. **C peyniri:** Klasik kültür + *Lactobacillus casei* içerecek şekilde üretimler gerçekleştirilmiştir.

Peynir işlenecek olan süt açık kazan tekniğine (VAT) göre 68 °C'de 10 dakika ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası süt buzlu su sirkülasyonu ile mayalama sıcaklığı olan 39 °C'ye soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta, belirtilen kültür karışımları peynir sütüne % 1.0 (v/v) ilave edilmiş ve asitlik gelişimi için (pH 6.3 ± 0.05) yaklaşık 45 dk beklenmiştir. Ana starter kültür ile birlikte ısıl işlem sonrası bozulan iyonik kalsiyum dengesini yeniden kurmak amacıyla % 40'lık (w/v) CaCl_2 çözeltisinden de % 0.02 (w/v) oranında katılmış ve homojen bir dağılım sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. % 1 oranında starter kültür ilavesinin ardından yeterli asitlik gelişimi sağlandıktan sonra kazan sütüne 40 dakika içerisinde kesim olgunluğuna gelmesini sağlayacak miktarda ticari peynir mayası ilave edilmiştir. Kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peynir kesme bıçakları yardımıyla yaklaşık 1 cm³'lük parçalar halinde kesildikten sonra 30 dakika süre ile dinlendirilmiş ve ardından baskılanmıştır. İstenilen kuru madde düzeyine (% 40-45 KM) ulaşıldığında baskı işlemine son verilerek teleme 7×7×7 cm boyutunda kesilerek ve önceden pastörize edilen (95 °C' de 30 dakika) % 14'lük salamura içerisinde, 1 gece bekletilmiştir. Ardından peynir blokları % 12 NaCl içeren salamura konulmuştur ve 500 gram ambalajlara alınmıştır. Ambalajlanan peynirler, 6 °C ve 12 °C' de 120 gün süre ile depolanmıştır. Örnekler depolamanın 1., 20., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde analize alınmıştır. Analizler aylık periyotlarda yapılmıştır. Peynir üretimi iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Beyaz peynirin üretim akış şeması

3.2.2. Beyaz peynir analizleri

Örneklerin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal analizleri depolamanın 1., 20., 30., 60. 90. ve 120. günlerinde aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Her bir analiz, en az iki paralel olarak çalışılmıştır.

3.2.2.1. Titrasyon asitliği

Alkali titrasyon yöntemi ile yapılmış ve sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anon. 1995).

3.2.2.2. pH değeri

10 g rendelenmiş peynir ile 10 ml saf su karıştırılarak Ultra Turrax blenderde T25 (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) homojenize edilmiştir. Hazırlanan homejen karıőımın pH'sı, (Thermo ORION 4 STAR) pH metre ile ölçölmüştür (Hayaloğlu 2003).

3.2.2.3. Kurumadde oranı

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

3.2.2.4. Yağ ve kurumaddede yağ oranları

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

$$\% \text{ Kurumaddede yağ} = \% \text{ yağ} \times 100 \div \% \text{ kurumadde}$$

eőitliđinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.5. Tuz ve kurumaddede tuz oranları

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

$$\% \text{ Kurumaddede tuz} = \% \text{ tuz} \times 100 \div \% \text{ kurumadde}$$

3.2.2.6. 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).

3.2.2.7. Peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının ayrılması

3.2.2.7.1. Suda çözünen azot oranı ve olgunlaşma derecesi

Peynirler Hayaloğlu ve ark. (2004)'e göre fraksiyonlarına ayrılmıştır. Suda çözünen azot analizleri Hayaloğlu ve ark. (2004)'nin belirttiği gibi yapılmıştır. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 ml su ile karıştırılıp Ultra Turrax T25 blender (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 40 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulmuş ve ardından 3000 ×g'de ve +4 °C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım filtre kağıdından (Watman No: 113) süzülmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF 1993) suda çözünen azot oranı saptanmıştır. Kalan filtrat diğer analizler için kullanılmak üzere ayrılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur.

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

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

Suda çözünen azot oranının toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Hayaloğlu 2003).

$$\text{Olgunlaşma Derecesi} = \% \text{ Suda çözünen azot} \div \% \text{ Toplam Azot} \times 100$$

3.2.2.7.2. % 12 trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranı

Suda 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 filtre kağıdından (Schleicher & Schuell 589/2 beyaz bant) süzölmüş ve filtrattan 25 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 1993) TCA'da çözünen kısmın azot içeriği saptanmıştır (Ardö ve Polychroniadou ve 1999). Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur.

$$\% 12 \text{ TCA'da çözünen azot (w/w)} = [1.4 \times (V_1 - V_0) \times M \times F] \div m$$

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

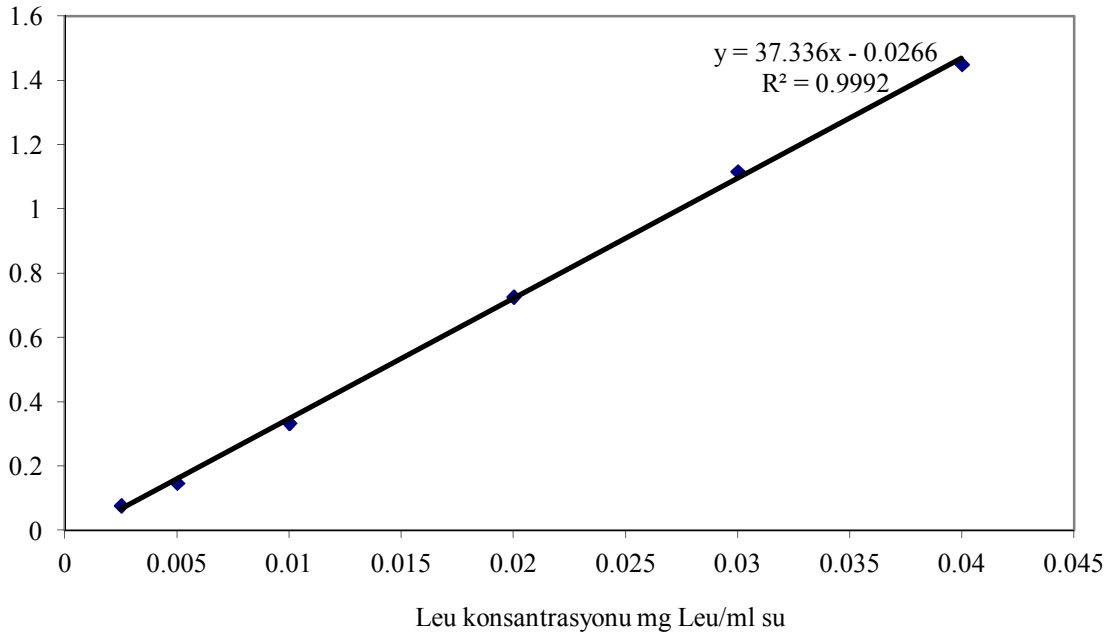
m : Örnek miktarı, g

% 12 TCA'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma derecesi ise, yukarıda elde edilen değerin toplam azota oranlanması ile hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunlaşma Derecesi} = \% 12 \text{ TCA'da çözünen azot} \div \% \text{ Toplam Azot} \times 100$$

3.2.2.7.3. Toplam serbest amino asit miktarı

Analiz, Hayaloğlu (2007)'de uygulandığı şekliyle yapılmıştır. Cd-Ninhidrin çözeltisi (0.8 g ninhidrin, 80 ml etanol ve 10 ml asetik asit karışımında çözüldürölmüş ve elde edilen karışıma 1 ml suda çözüldürölmüş 1 g CdCl₂ ilave edilmiştir.) ile hazırlanan örneğin absorbansı 507 nm'de ölçölmüştür. Bu amaçla, suda çözünen azot analizinde elde edilen ekstraktan 10-100 ml (beklenen serbest amino asit miktarına göre) alınmış ve saf su ile 1 ml'ye tamamlanıp üzerine 2 ml Cd-Ninhidrin çözeltisi eklenmiştir. Karışım 84 °C'de 5 dakika tutulduktan sonra soğutulmuş ve 507 nm'deki absorbansı çift ışınlı bir uv-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1700, Japan) okunmuştur.



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

Örneklerin toplam serbest amino asit içerikleri, Şekil 3.2'deki denklemde gösterildiği gibi farklı konsantrasyonlarda (x) hazırlanan Leu standardına karşılık 507 nm'de okunan absorbans değerleri (y) grafiğe geçirilmiştir. Buradan elde edilen standart eğriye göre peynirlerde bulunan toplam serbest amino asit miktarları mg Leu/g peynir cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.2.8. Ekstraksiyon ve fraksiyonasyon

Biyokimyasal analizler, kazein fraksiyonları ile α_{s1} -kazein ve β -kazeinin hidroliz durumunu saptamak amacıyla urea-PAGE, peynirlerin peptit profillerini belirlemek amacıyla da RP-HPLC analizleri yapılmıştır. Peynirlerin olgunlaşma sürecinde, suda çözünen ve çözünmeyen olarak iki fraksiyona ayrılmıştır. Olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde suda çözünmeyen fraksiyonlar urea-PAGE ile kazein fraksiyonları, çözünen fraksiyonlar ise RP-HPLC kullanılarak peptit profilleri belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler aşağıda açıklandığı şekilde analizlere hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır.

3.2.2.8.1. Suda çözünen azot fraksiyonların ekstraksiyonu

20 g rendelenmiş peynir örneği 40 ml saf su ile Ultra Turrax blender T25 (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) kullanılarak 2 dk süre ile homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 40 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda, suda çözünen ve çözünmeyen fraksiyonlar santrifüjde (MSE MISTRAL 1000) $3000 \times g$ ' de 30 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Daha sonra, suda çözünen kısım filtre kağıdından (Whatman No. 113) geçirilmiş, peptit ve amino asit analizleri için örnekler ayrılmıştır. Suda çözünmeyen fraksiyonlar (pellet) urea-PAGE analizi için dondurularak kurutulmuştur.

3.2.2.8.2 Üre-Poliakrilamid jel elektroforez (urea-PAGE) ile kazein fraksiyonlarının belirlenmesi

Peynir örneklerinin suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE (% 12.5 C, % 4.4 T, pH 8.9) 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 lt'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 konulmuştur 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 trikloroasetik asit 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 etmiştir.

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.

3.2.2.8.3. Ters-faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile peptit analizleri

Suda çözünen fraksiyonların peptit analizleri Shimadzu HPLC sistemi (Shimadzu, Corporation, Koyoto, Japan) kullanılarak RP-HPLC ile belirlenmiştir. Sistemi oluşturan birimler ve özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Otomatik örnek alıcı (autosampler, model SIL-20A HT)
- 4 pompalı çözücü dağıtım sistemi (solvent delivery system, model 20 AD)

- Bir PC sistemine bağlı dedektör (Diod Array Dedector, model SPD-M20A prominence)
- Inertsil RP C8 kolon (GL Sciences Inc, Tokyo, Japan) kullanılmıştır. Kolon özellikleri 250 × 4 mm, 5 µm partikül boyutu, 300 Å'dur.

a) Kullanılan çözeltiler;

(A): % 0.1 (v/v) trifloroasetik asit (TFA, protein sequencing grade; Sigma St Louis, USA) deiyonize HPLC kalitesindeki suda (Milli-Q system, Waters Corp., Molshem, France) hazırlanmıştır.

(B): % 0.1 (v/v) TFA, asetonitrilde (Fluka ≥99.5, Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs, USA) hazırlanmıştır ve çözeltilinin akış hızı 0.75 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

b) Örneklerin sistemde analizi

Dondurularak kurutulmuş suda çözünen faksiyonlardan 10 mg tartılmış ve 1 ml (A) çözücüsünde çözüldürülmüştür. Daha sonra, 0.45 µm selüloz asetat filtreden (Teknokroma M.E. Cellulose 0.45 µm) geçirilmiş ve bu filtrattan 40 µL örnek sisteme enjekte edilmiştir. Ve akış programı Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. RP-HPLC analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları

Süre (dk)	A çözeltisi (%)	B çözeltisi (%)
0	0	0
5	100	0
60	50	50
66	50	50
70	40	60
73	40	60
75	5	95
80	5	95
90	100	0

3.2.2.8.4. Serbest amino asitlerin belirlenmesi

Dondurularak kurutulmuş suda çözünen azot (SÇA) örneklerinden 100 mg alınarak 2 ml santrifüj tüpüne 20 µl 40 mM metionin sülfon (iç standart) ilave edilmiştir. Bu karışıma 1 ml % 40 (w/v) 'lık trikloroasetikasit (TCA) çözeltisinden ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırıldıktan sonra 4±1 °C'de buzlu suda bekletilmiştir. Daha sonra süspansiyon Hettich 320R santrifüj ile 20 000 g x 10 dk 4±1 ° 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 edilmiştir ve örnek 0,20 µm (CROMAFIL Xtra PVDF-20/25) filtreden geçirilerek 20 µl seyreltilmiş örnek HPLC kolonuna verilerek analiz edilmiştir.

Asidik, bazik ve nötral fizyolojik aminoasit karışım standartları ve metionin sülfon Sigma (St. Louis, MO, USA)'den satın alınmıştır. Fenilisotiyosiyonat (PITC) ve trietilamin ve diğer solventler HPLC derecesinde kullanılmıştır. Çalışılacak aminoasit standardı (100 mM) asidik ve nötral amino asit standardı ve bazik amino asit standardı 1:1 (v/v) oranında karıştırılarak hazırlanmıştır. Metionin sülfon solusyonu 0,4 mM son konsantrasyon olacak şekilde 0.1 M HCl ilave edilmiştir. Derivatization reaksiyonu (metanol, TEA, H₂O, PITC, 7:1:1.1, v/v/v) oranında günlük hazırlanmıştır. Çalışmada aminoasit standartları örneklerle aynı uygulama yapılmıştır. Oda sıcaklığında 20 dk reaksiyon süresi olarak tutulmuştur. Örnek ve standartlar HPLC de uygulanana kadar dondurucuda tutulmuştur. Derivatize örnekler % 5 asetonitril içeren (pH'sı asetik asitle 6,4 'e ayarlanmıştır) 10 mM sodyum asetat tamponu ile çözdürülmüştür. Aminoasit seperasyonu Inertsil ODS-3 3µm 4.6 × 150 mm kolonu (150 mm × 4.6 mm × 5µm) kullanılarak, Shimadzu LC-20AD HPLC' de ters faz metod ile gerçekleştirilmiştir. Buffer A, 70 mM sodyum asetat (pH'sı asetik asitle 6.55'e ayarlanmış) % 2.5 asetonitril içerecek şekilde hazırlanmıştır, Buffer B, asetonitril: deiyonize su: metanol (9:8:3, v/v/v) oranında karıştırılarak ve her iki solvante 10 mg/L olacak şekilde disodyum etilendiamintetraasetik 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 ve ark. 2011a)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar µ g/g kuru SÇA olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.9. GC-MS ile aroma maddelerinin belirlenmesi

Dondurulmuş peynir örnekleri rendelenip 3 g örnek 15 mL vialle alınarak -20 °C'de dondurulmuştur. Daha sonra tüpler 40 °C'de 30 dk tutulmuştur. Uçucu maddelerin ekstraksiyonunda çözücüsüz teknik kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi, 75 µm carboxen-polydimethylsiloxane fiber (Supelco SPME Fiber, 75 µm CarboxenTM- PDMS, Bellefonte, USA) vial enjeksiyonu ile gerçekleştirilerek ve 40 °C'de 30 dakika tepe boşluğuna (headspace) tutulmuştur. Her bir işlemde fiber 3 pozisyonda tutulmuştur. Ekstrakte edilecek uçucu pozisyonunda tutularak, enjektör 250 °C'de 2 dk tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmış ve akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Bileşenler DB-Wax (60 m, 0.25 mm, 0.25 µm) kolondan ayrıştırılmıştır. Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika tutularak (desorpsiyon periyodu) ve dakikada 5 °C olmak üzere sıcaklık 70 °C'ye yükseltilerek bu sıcaklıkta 1 dk tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık, dk'da 10 °C artışla 240 °C'ye çıkarılarak ve burada 47 dakika tutulmuştur. Kütle spektrometresi 33-450 atomik kütle birimi arası set edilerek (eşik değeri 1000) ve sampling hızı dk'da 1.11 scan olarak ayarlanmıştır. Peynirlerdeki uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sisteminden yararlanılmıştır. Aroma maddelerinin tanımlanmasında alkan serisi (RI metodu), literatürdeki RI değerleri, MS'de yüklü olan NIST ve WILEY kütüphaneleri ve bazı aroma maddelerinin satın alınan standartları 2-octanol, 2-heptanol, 2-ethyl 1-butanol, 1-Pentanol, Furfural alcohol, Valeric acid, Nonanoic acid, Phenyl acetaldehyde, Isopropyl butyrate, Methyl Octanote, 2-pentanone, Linalool, Propionic acid propyl ester, Hexanoic acid methyl ester, Hexanoic acid propyl ester, Acetaldehyde, Nonanal, 2-heptanone, 2-butanol, Hexanal, 1-Hexanol, 2-Nonanone, Diacetyl, Acetoin, Etil alkol, Pentanoic acid, Nonanoic acid, Acetic acid, Formic acid, Hexanoic acid, Octanoic acid kullanılmıştır. Peynirdeki uçucu bileşiklerin miktarları, sisteme örnekle birlikte verilen iç standardın (2-metil-3-heptanon) pik alanına göre µg/100g olarak verilmiştir.

3.2.2.10. ACE-inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi

Angiotensin-inhibisyon aktivitesinin belirlenmesinde kullanılacak olan ekstrakt (suda çözünen ekstrakt) Donkor ve ark. (2007)'ye göre hazırlanmıştır. SÇA'da ACE-inhibisyon aktivitesi belirlenmesinde Chusman ve Cheung (1971) tarafından geliştirilen ve Gomez-Ruiz ve ark. (2002) tarafından modifiye edilen spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır. 5 gr peynir örneği 10 ml saf su ile ultratürax homojenizatör (17 000 × g 15 sn) ile homojenize

edilmiştir. Karışım 60 dk. 1saat 40 °C su banyosunda bekletilmiştir. Karışım 4 °C'de 10 000 × g de 30 dk santrifüj edilmiştir. Yağ tabakası bir şırınga yardımı ile alınarak ekstrakt oda sıcaklığında 14 000 × g de 99 dk tekrar santrifüj edilerek suda çözünen fraksiyonlar Microcon ym-3 filtre kağıdından süzölmüştür. 500 µl ekstrakt -20 °C 'de muhafaza edilmiştir. 1.5 ml ependof tüpüne 20 µl örnek, 50 µl substrat (Hippuryl-His-Leu-OH 5mM) ilave edilerek karıştırılmış ve 5 µl ACE (0,5 U mL⁻¹) ilave edilerek 37 °C 'de 60 dk inkübe edilmiştir. % 100 aktivite örnek yerine su ile hesaplanmıştır. Reaksiyon 62.5 µl HCL ilave edilerek sonlandırılmıştır. 375 µl etil asetat ilave edilerek çözelti karıştırılmış ve santrifüj edilmiştir. Süpernetatnt 120 °C'de kurutulmuştur. Ve eşit hacimde su ilave edilerek 228 nm de absorbans ölçümü yapılmıştır. ACE-inhibisyon aktivitesi % olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.11. Mikrobiyolojik analizler

3.2.2.11.1. Mikrobiyolojik analizler için dilüsyon hazırlama ve sayım

Mikrobiyolojik analizler için steril kaplara Beyaz peynir örneklerinden steril şartlarda 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 dakika 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).

Peynirde; toplam starter bakteri sayımında M17 agar besiyeri kullanılarak ve aerobik koşullarda inkübasyon süresi 37 °C'de 48 saat olarak ayarlanmıştır (Harrigan 1998). *Lb. casei* sayımında MRS (De Man Rogosa Sharpe) agar besiyerinden yararlanılarak uygun dilüsyonlardan 0.1'er ml paralelli olarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve petri plakaları 37 °C'de 48 saat süre ile inkübe edilmiştir (Sheu ve Marshall 1993). *Lb. helveticus* sayımında da pH 5.4'e asitlendirilmiş MRS agar kullanılarak ve petri plakaları 37 °C'de 48 saat süre anaerobik olarak inkübe edilmiştir (Lee ve ark. 2007). Peynir örneklerinde maya ve küf sayımı için Potato Dextrose Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. Peynir örneklerinin uygun dilüsyonlarından PDA besiyerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan plaklar 25 °C'de 5-7 gün inkübasyona bırakılıp inkübasyondan sonra koloniler sayılarak maya ve küf sayısı tespit edilmiştir (Koburger ve Marth 1984). 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 soğutulmuş 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).

3.2.2.12. Tekstür profil analizleri

Peynir örneklerinde tekstür profil analizleri olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde yapılmıştır. Peynir örnekleri, 20 ± 0.5 mm çapında ve 15 ± 0.5 mm yüksekliğinde silindir şeklinde kesilmiştir. Daha sonra silindir şeklindeki peynirler plastik film ile kaplanarak oda sıcaklığında bırakılmış ve peynir sıcaklıklarının 25 ± 2 °C 'ye ulaşmaları sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri Texture Analyzer Model LF Plus (Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, UK) kullanılarak 2 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları: P/2 alüminyum silindir prob (25 mm çapında); test hızı 1 mm/s; ilk test hızı 5 mm/s; son test hızı 1 mm/s; baskılama % 65; tutma zamanı, 5 s'dir. Elde edilen veriler NexygenTM FM Software (Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, UK) kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.13. Duyusal analizler

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirmeleri Meilgaard ve ark. (1999) tarafından önerilen modele göre, 6 kişilik uzman panelist tarafından, olgunlaşmanın 20., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde duyusal değerlendirme yapılmıştır. Panelistlere (Çizelge 3.2) duyusal değerlendirme formu sunulmuştur. Çizelge 3.2 'deki formda, sayısal değerlendirme, örnekleri kontrol peynirine göre karşılaştırmaları, örnekleri beğenilerine göre puanlamaları istenmiştir. Örnekler 3 dijital rakamlarla rastgele kodlanmış ve her depolama zamanı için farklı kodlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Peynirlerin duyuşal değerlendirme formu

Panelistin Adı:						Tarih:	
Özellik	Gün	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu	Örnek kodu
Renk ve Görünüş (0-5 puan)							
Yapı ve tekstür (0-5 puan)							
Tat ve koku (0-10 puan)							
Kontrolden Farklılık 0: fark yok, 1: çok düşük bir fark var, 2: biraz fark var, 3: fazla olmamakla birlikte fark var, 4: hissedilir bir fark var, 5: çok fark var, 6: çok fazla ve belirgin fark var							
Genel Kabul edilebilirlik (0-5puan)							

3.2.2.14. İstatistiksel analizler

Çalışma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak ve gruplararası farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda olgunlaştırılan peynir örneklerinin uçucu aroma analiz sonuçları Temel Bileşen (Principal Component Analysis, PCA) Analizi'nden yararlanılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS[®] paket programı (version, 9.1) aracılığı ile gerçekteőtirilmiőtir. Çalışma iki tekrarlamalı olarak yürütölmüőtür. Örneklere uygulanan farklı iőlemlerin (yardımcı kültür ilavesi, sıcaklık ve depolama süresi) etkisinin birlikte görölmesi ve sonuçların yorumlanması amacıyla genel lineer model faktör analizi kullanılmıőtir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, yardımcı kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin 120 günlük olgunlaşma süresinde farklı depolama sıcaklıklarında meydana gelen fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Yardımcı kültür kullanımı, olgunlaşma süresinin ve farklı depolama sıcaklıklarının peynirlerin özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve bu konuda yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri

Peynirlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı sıcaklık ve olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

4.1.1. pH değerleri ve titrasyon asitlikleri

Yardımcı kültür kullanılarak üretilen ve farklı sıcaklıklarda olgunlaştırılan peynirlerin ortalama pH değerleri ve depolama sürecindeki değişimleri Çizelge 4.1’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

A peynirinde, 6 °C ve 12 °C depolama koşullarının pH değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). B ve C peynirlerinde olgunlaşmanın 1. gününde sırasıyla 6 °C’de 4.82, 5.05 ve 12 °C’de 4.72, 4.83 olan pH değerleri olgunlaşmanın 90. gününde sırasıyla 4.61, 4.80 ve 4.51, 4.73 değerlerini almıştır. B ve C peynirlerinin pH değerlerinde depolama süresince ve farklı sıcaklıkların etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$).

12 °C’de belirlenen pH değerlerinin, 6 °C’de belirlenen pH değerlerinden daha düşük olması olgunlaşma seyrinin sıcaklıkla orantılı olarak geliştiğini göstermektedir. Sıcaklık, olgunlaşma süresi etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Kandarakis ve ark. (2001), farklı sıcaklık koşullarının peynirlerin pH değeri üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

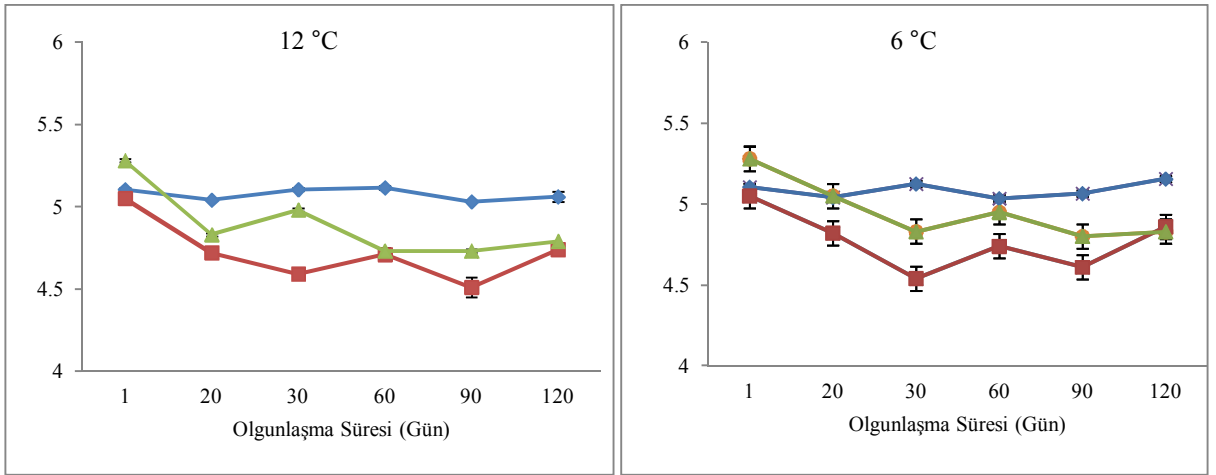
Çizelge 4.1. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellikler	Günler	A		B		C	
		6 °C	12 °C	6 °C	12 °C	6 °C	12 °C
pH	1	5.105±0.01		5.05±0.01		5.28±0.01	
	20	5.04±0.00 ^B	5.04±0.00 ^c	4.82±0.01 ^A	4.72±0.01 ^a	5.05±0.01 ^B	4.83±0.01 ^b
	30	5.13±0.01 ^B	5.11±0.01 ^c	4.54±0.08 ^A	4.59±0.01 ^a	4.83±0.01 ^B	4.98±0.01 ^b
	60	5.04±0.01 ^C	5.12±0.01 ^b	4.74±0.01 ^A	4.71±0.01 ^a	4.95±0.00 ^B	4.73±0.02 ^a
	90	5.07±0.02 ^C	5.03±0.00 ^c	4.61±0.01 ^A	4.51±0.06 ^a	4.80±0.01 ^B	4.73±0.01 ^b
	120	5.155±0.01 ^C	5.09±0.03 ^c	4.86±0.00 ^B	4.74±0.01 ^b	4.83±0.00 ^A	4.79±0.00 ^a
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	1	0.32±0.06		0.32±0.00		0.32±0.06	
	20	0.43±0.00 ^A	0.43±0.05 ^a	0.43±0.00 ^A	0.36±0.10 ^a	0.47±0.05 ^A	0.50±0.10 ^a
	30	0.47±0.15 ^A	0.47±0.15 ^a	0.36±0.00 ^A	0.36±0.00 ^a	0.47±0.05 ^A	0.47±0.05 ^a
	60	0.54±0.05 ^A	0.58±0.10 ^a	0.58±0.00 ^A	0.58±0.00 ^a	0.61±0.00 ^A	0.65±0.00 ^a
	90	0.58±0.00 ^B	0.61±0.05 ^a	0.43±0.10 ^A	0.61±0.05 ^a	0.65±0.10 ^A	0.65±0.10 ^a
	120	0.58±0.05 ^B	0.50±0.13 ^b	0.31±0.03 ^A	0.59±0.03 ^a	0.50±0.00 ^B	0.67±0.03 ^b
Kurumadde (%)	1	40.25±0.28		42.76±0.37		42.70±0.56	
	20	41.46±0.36 ^A	43.47±0.20 ^a	43.40±0.18 ^B	44.05±0.29 ^a	41.53±0.45 ^A	44.33±0.54 ^a
	30	43.03±0.02 ^A	41.78±4.40 ^a	45.07±0.25 ^B	43.37±0.83 ^a	43.30±0.30 ^A	43.88±0.54 ^a
	60	40.46±0.28 ^A	45.06±0.07 ^a	42.44±0.02 ^B	46.75±0.15 ^a	40.73±0.04 ^A	45.85±1.34 ^a
	90	45.18±0.06 ^B	45.18±0.06 ^a	48.46±0.62 ^C	48.46±0.62 ^b	39.43±0.80 ^A	44.81±0.21 ^a
	120	40.22±0.09 ^A	42.98±0.06 ^a	43.16±0.78 ^B	45.89±0.00 ^b	43.53±0.73 ^B	42.00±0.54 ^b
Yağ (%)	1	27.00±0.00		25.50±0.71		26.50±0.71	
	20	25.50±0.71 ^A	25.50±0.71 ^a	28.50±0.71 ^B	27.00±0.00 ^b	26.25±0.35 ^A	27.75±0.35 ^b
	30	25.00±0.41 ^A	26.00±0.00 ^a	27.00±1.41 ^A	27.00±1.41 ^a	28.00±0.44 ^A	26.50±0.71 ^a
	60	25.50±0.71 ^A	26.00±2.83 ^a	22.00±0.00 ^A	24.00±1.41 ^a	26.00±2.83 ^A	25.50±0.71 ^a
	90	26.25±0.35 ^B	26.00±0.00 ^b	23.00±0.00 ^A	22.50±0.71 ^a	25.00±0.71 ^B	25.75±0.35 ^b
	120	25.75±0.35 ^B	25.75±0.35 ^b	23.00±0.00 ^A	23.00±0.00 ^a	25.25±0.35 ^B	25.25±0.35 ^b
Kurumaddede Yağ (%)	1	67.09±0.46		59.63±1.14		62.06±0.46	
	20	61.51±1.17 ^A	58.66±1.36 ^a	65.87±1.91 ^A	61.30±0.40 ^a	63.22±1.53 ^A	62.61±1.56 ^b
	30	58.11±3.58 ^A	62.58±6.59 ^a	59.91±2.81 ^A	62.24±2.06 ^a	64.67±0.17 ^A	60.39±0.86 ^a
	60	63.03±2.19 ^A	57.76±6.36 ^a	51.84±0.03 ^A	51.34±2.86 ^a	63.29±6.88 ^A	55.62±0.08 ^a
	90	60.63±1.24 ^B	57.55±0.08 ^b	50.39±0.74 ^A	46.43±0.87 ^a	63.44±3.08 ^B	57.46±0.52 ^b
	120	64.03±1.03 ^C	59.92±0.73 ^c	53.31±0.97 ^A	50.12±0.00 ^a	58.01±0.04 ^B	60.14±1.62 ^b
Toplam Protein (%)	1	16.06±0.33		16.70±1.37		15.83±0.47	
	20	16.11±0.51 ^A	18.33±1.91 ^a	16.73±0.67 ^A	17.90±0.84 ^a	17.00±0.13 ^A	17.30±0.04 ^a
	30	16.40±1.22 ^A	17.72±1.98 ^a	16.41±0.58 ^A	17.72±0.70 ^a	17.96±0.00 ^A	18.76±1.73 ^a
	60	16.46±0.55 ^A	17.78±0.59 ^a	16.89±0.46 ^A	18.82±0.45 ^a	18.17±0.69 ^A	20.43±0.01 ^b
	90	17.27±0.14 ^A	18.60±0.06 ^a	18.28±1.27 ^A	21.80±0.63 ^b	18.75±0.61 ^A	18.56±0.04 ^a
	120	17.96±0.04 ^A	18.90±0.41 ^a	18.40±0.08 ^B	20.91±1.10 ^b	18.37±0.09 ^B	19.74±0.37 ^b
Tuz (%)	1	5.97±0.00		5.32±0.91		4.88±0.12	
	20	4.27±0.41 ^A	3.57±0.08 ^a	3.80±0.25 ^A	3.74±0.25 ^a	3.80±0.08 ^A	3.74±0.00 ^a
	30	3.33±0.08 ^B	3.10±0.08 ^c	2.87±0.08 ^A	2.11±0.00 ^a	3.39±0.26 ^B	2.52±0.08 ^b
	60	4.68±0.00 ^C	3.86±0.00 ^b	4.56±0.00 ^B	3.86±0.00 ^b	3.95±0.04 ^A	3.69±0.08 ^a
	90	4.39±0.08 ^B	4.39±0.08 ^{ab}	4.27±0.08 ^B	4.62±0.58 ^b	3.57±0.08 ^A	3.39±0.00 ^a
	120	3.71±0.04 ^B	4.15±0.08 ^b	4.39±0.08 ^C	4.83±0.12 ^c	3.45±0.08 ^A	3.28±0.00 ^a
Kurumaddede Tuz (%)	1	14.83±0.10		12.44±2.02		11.44±0.44	
	20	10.30±0.91 ^A	8.21±0.23 ^a	10.15±0.61 ^A	8.50±0.51 ^a	9.16±0.10 ^A	8.45±0.10 ^a
	30	7.75±0.23 ^B	7.45±0.59 ^b	6.36±0.15 ^A	4.86±0.09 ^a	7.84±1.63 ^B	5.73±0.26 ^a
	60	11.57±0.08 ^C	8.57±0.01 ^c	10.75±0.01 ^B	8.26±0.03 ^b	9.69±0.09 ^A	8.04±0.05 ^a
	90	10.13±0.26 ^B	9.71±0.17 ^a	9.36±0.04 ^A	9.55±1.32 ^a	9.06±0.39 ^A	7.57±0.04 ^a
	120	9.24±0.12 ^B	9.66±0.18 ^b	9.90±0.38 ^B	10.33±0.27 ^b	7.93±0.32 ^A	7.80±0.10 ^a

^{A,B,C}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 6 °C'de olgunlaştırılan peynirler
^{a,b,c}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 12 °C'de olgunlaştırılan peynirler

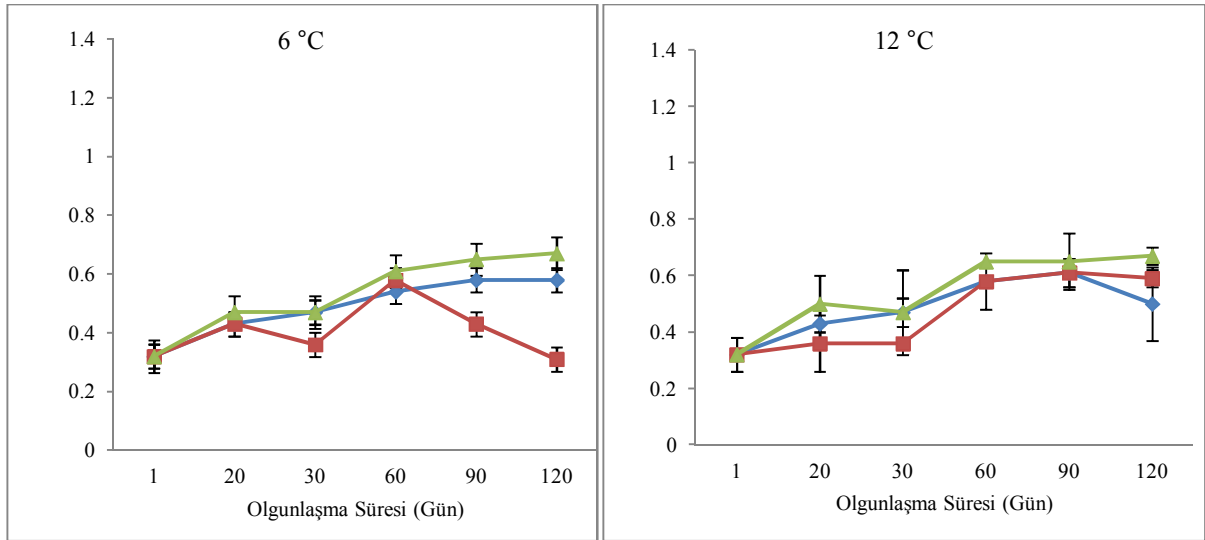
Olgunlaşma periyodunun başlangıcında düşük olan pH hem 6 °C hem de 12 °C depolama sıcaklıkları için olgunlaşmanın belirli dönemlerinde artmıştır. Bu durum pH değerindeki bu artış olgunlaşmanın ilerlemesiyle proteinlerdeki parçalanma sonucu ortaya çıkan bazik karakterli bileşiklerin asitliği nötrlemesinden kaynaklanabilir (Salaun ve ark. 2005).

Kırmacı ve ark. (2011) biri kontrol peyniri olmak üzere dört farklı *Lactococcus* türü ile ürettikleri Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresince pH değerinde düşme meydana geldiğini ve asitlikteki bu değişimin $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmanın tersine bazı araştırmacılar tarafından farklı starter kültür kullanımının pH değerleri üzerine etkisi önemli olmadığını belirtmişlerdir (Sarantinopoulos ve ark. 2002).



Şekil 4.1.Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin pH değerleri

Titre edilebilir asitlik toplam asitliğin bir ifadesidir. Peynirlerin % laktik asit cinsinden titrasyon asitlikleri Şekil 4.2' de verilmiş olup pH değerleriyle uyum içerisindedir. Çizelge 4.1'.den de görüleceği gibi olgunlaşma süresince, Beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerleri değişkenlik göstermiştir. Peynirin olgunlaşması sırasında proteoliz, ve lipoliz sonucu ortaya çıkan parçalanma ürünlerin de titrasyon asitliğinde yükselmeye neden olduğunu bildirilmiştir (Yangılar 2010).



Şekil 4.2. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin titrasyon asitlikleri değerleri

12 °C’de belirlenen titrasyon asitliği değerleri, 6 °C’de belirlenen titrasyon asitliği değerleri ile benzerlik göstermektedir. Sıcaklık × gün etkileşimlerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Örneklerin pH değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	182.718	0.000
Sıcaklık (S)	158.602	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	1611.28	0.000
OS × S	4.767	0.004
S × YKF	47.627	0.000
OS × YKF	95.079	0.000
OS × S × YKF	14.379	0.000

A, B ve C peynirinde, 6°C ve 12°C depolama koşullarının titrasyon asitliği değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). A, B ve C peynirlerinde olgunlaşmanın 1. gününde % 0.32 olan titrasyon asitliği değeri 90. günde 6 °C ve 12°C’ de sırasıyla % 0.58, % 0.61 % 0.43, % 0.61; % 0.65, % 0.65 değerlerini almıştır.

Olgunlaşma süresi ve sıcaklık etkileşiminin asitlik değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.3’ de görüldüğü gibi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Önceki yapılan

çalışmalarda, olgunlaşma süresince asitlik değerlerinde meydana gelen değişimin önemli olmadığı belirtilmiştir (Gürsoy ve ark. 2001a, Hayaloğlu ve ark. 2005, Cinbaş ve Kılıç 2006).

Çizelge 4.3. Örneklerin asitlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

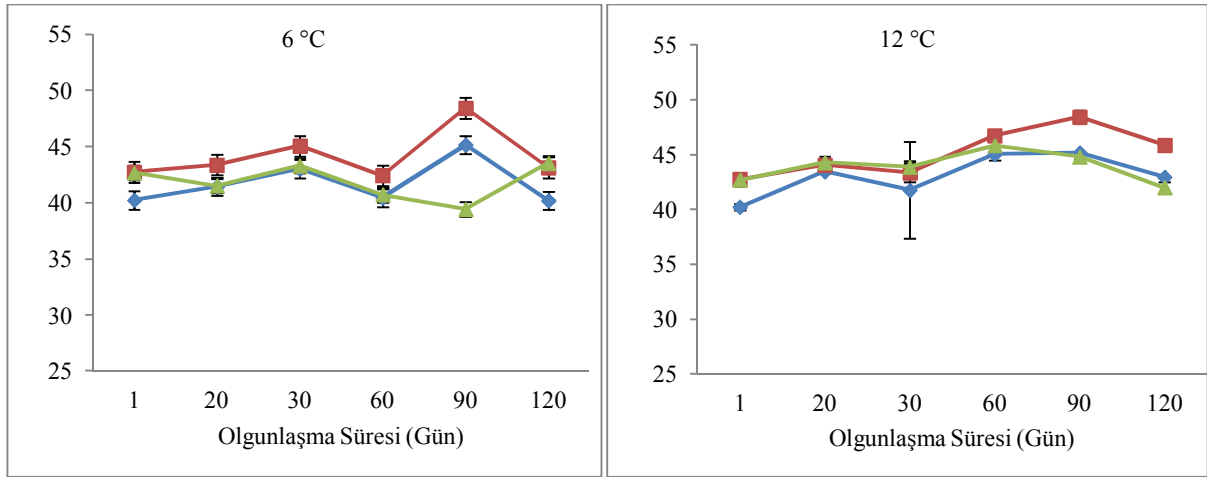
Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	20.118	0.000
Sıcaklık (S)	4.404	0.044
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	9.459	0.001
OS × S	1.958	0.124
S × YKF	2.776	0.077
OS × YKF	0.919	0.528
OS × S × YKF	2.568	0.027

Asitlik gelişimi, istenmeyen mikroorganizmalar üzerine, laktik asidin inhibisyon etkisi ve duyuşal özellikler açasından peynir olgunlaşmasında önemlidir. Titrasyon asitliği değerindeki artış ve pH değerindeki düşme, laktik asit bakterileri tarafından laktoz fermentasyonu ile, başta laktik asit olmak üzere organik asitlerin üretiminden kaynaklanmaktadır (Göncü ve Alpkent 2005). Bu durum peynir üretimde kullanılan yardımcı kültürlerin ortam şartlarına bağlı olarak farklı aktivite göstermeleri ve değişik oranlarda laktik asit üretmelerinden kaynaklanabilmektedir.

4.1.2. Kurumadde oranları

Olgunlaşma ile kurumadede meydana gelen değişim Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Taze peynirlerin kurumadde oranları TSE 591 Beyaz Peynir Standardında % 40 olarak belirtilen değere uygun olduğu bulunmuştur.

A, B ve C peynirinde, 6 °C ve 12 °C depolama koşullarının kurumadde oranlarında çok büyük farklılıklar saptanmamıştır ($P>0.05$). Olgunlaşma ilerledikçe peynir örneklerinde kurumadde oranlarının arttığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda Beyaz peynirin olgunlaşması sırasında kurumadde oranlarında artış olduğu, bu durumun tuzun peynir kitlesine geçiş yapmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Dağdemir ve ark. 2003, Kayagil ve Gürakan 2009).



Şekil 4.3. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin kurumadde (%) değerleri

Çizelge 4.4. Örneklerin kurumadde değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	4.704	0.002
Sıcaklık (S)	8.419	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	33.123	0.000
OS × S	15.904	0.000
S × YKF	0.751	0.480
OS × YKF	4.367	0.001
OS × S × YKF	3.524	0.005

Yardımcı kültür kullanımının peynirler arasındaki kurumadde oranları üzerine genel olarak önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır. 6 °C ve 12 °C’de depolanan A ve C peynirlerinin olgunlaşma süresinin 90. günlerinde kurumadde oranları arasında fark olduğu, B peynirlerinin ise tüm olgunlaşma aşamalarında hem 6 °C hem de 12 °C’de A peynirinden farklı kurumadde oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. B peynirinin C peyniri ile de olgunlaşma süresinin 120. gününde benzer kurumadde oranlarına sahip olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır.

Kaptan ve ark. (2006), benzer şekilde farklı kültür grupları kullanarak ürettikleri Beyaz peynirlerde, kurumadde değerlerinde önemli farklılıklar olmadığını belirtmişlerdir.

Bir diğer çalışmada, iki farklı starter kültür kombinasyonları ile üretilen Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresince peynirler arasındaki kurumadde oranlarının benzer olduğu bildirilmiştir (Karahana ve ark. 2010).

Kırmacı ve ark. (2011) biri kontrol peyniri olmak üzere dört farklı *Lactococcus* türü ile ürettikleri Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresince kurumadde oranlarında artış meydana geldiğini ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir

4.1.3.Yağ ve kurumaddede yağ oranları

Peynirde kendine özgü tat ve aromanın oluşumunda rol alan en önemli faktör yağ içeriğidir. Ayrıca besin değeri bakımından da önem arz etmektedir. Farklı kültür karışımları kullanılarak üretilen ve farklı depolama sıcaklıklarında olgunlaştırılan peynirlerin yağ oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Peynir örneklerine ait en düşük yağ oranı (% 22.00) 6 °C’ de olgunlaştırılan B peynirinde olgunlaşma periyodunun 60. gününde, en yüksek yağ oranı (% 28,00) 6 °C’de olgunlaştırılan C peynirinde olgunlaşma periyodunun 30. gününde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince peynirlerdeki yağ ve kurumaddedeki yağ oranlarında azalma olduğu belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin yağ oranları üzerinde olgunlaşma süresi, yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresi ile yardımcı kültür farklılığı arasındaki etkileşimin önemli olduğu ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Örneklerin yağ değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	17.555	0.000
Sıcaklık (S)	0.146	0.705
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	5.798	0.007
OS × S	0.065	0.992
S × YKF	0.036	0.964
OS × YKF	5.553	0.000
OS × S × YKF	2.018	0.075

Peynirlerin içerdikleri yağ oranları, kurumadde oranlarındaki değişime paralel olarak artış göstermektedir. 6 °C’de peynirlerin kurumadde oranlarının düşük olmasına bağlı olarak kurumaddedeki yağ oranları bu sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirlerde daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerin kurumaddedeki yağ oranları ortalama % 55-62 arasında saptanmıştır. 6 °C ve 12 °C’de, A ve C peynirlerinin yağ oranları olgunlaşma süresince benzerlik gösterirken B peynirleri olgunlaşmanın 90. gününden itibaren her iki olgunlaşma sıcaklığında A ve C peynirlerine göre yağ oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Hayaloğlu ve ark. (2002), Türkiye’de üretilen taze ve olgun salamura beyaz peynirlerdeki yağ miktarlarının % 14.55 ile % 22.75 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Yine Hayaloğlu ve ark. (2004), farklı starter kullanılarak üretilen ve 90 gün salamurada olgunlaştırılan peynir örneklerinde yağ ve kuru madde yağ oranlarının sırasıyla % 19.08-25.42 ve % 48.04-51.76 değerleri arasında değiştiğini bulmuştur.

Sarantinopoulos ve ark. (2002), *Enterococcus faecium*’un 2 farklı suşunu kullanarak ürettikleri ve 60 gün salamurada olgunlaştırdıkları Feta peynirinin kuru maddede yağ oranının 60 gün sonunda % 48.7 oranından % 44.05 değerine azaldığını bildirmişlerdir.

Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde nem içeriğinin değişken olmasına paralel olarak, yağ oranında depolama süresince artış ve azalışlar görülmektedir. Depolama süresince yağ oranında meydana gelen bu azalmaya mikrobiyal enzimlerin de trigliseritlerin hidrolizasyonu ile etkili olduğu bildirilmektedir (Kaptan ve ark. 2006).

Feta peynirlerinde ticari starter kültür kullanımının proteoliz üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, peynirlerdeki protein oranlarında önemli bir artış olduğunu ve kurumaddeye yağ oranında da önemli düzeyde azalma olduğu bildirilmiştir (Michaelidou ve ark. 2003).

Peynir örneklerinde görülen bu değişimin bir diğer sebebi de Beyaz peynir üretiminde kullanılan sütün yağ oranındaki farklılıklardır. Bu çalışmada kullanılan sütün yağ oranının diğer çalışmalardakine oranla daha yüksek olmasından dolayı örneklerdeki yağ oranı ve kuru maddede yağ oranı nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin kurumaddeye yağ oranları üzerine yardımcı kültür farklılığı, sıcaklık ve olgunlaşma süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). A, B ve C peynirlerinin yağ oranları olgunlaşma süresince benzerlik gösterirken, olgunlaşmanın 90. gününden itibaren her iki olgunlaşma sıcaklığında da peynirlerin kurumaddeye yağ oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Özellikle olgunlaşmanın 120. gününde A, B ve C peynirlerinin kurumaddeye yağ oranları hem 6 °C’de hem de 12 °C’de istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Örneklerin KYM değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	15.453	0.000
Sıcaklık (S)	17.810	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	17.568	0.000
OS × S	3.339	0.021
S × YKF	0.541	0.587
OS × YKF	7.091	0.000
OS × S × YKF	2.195	0.054

KYM: Kurumaddede yağ oranı

4.1.4. Tuz ve kurumaddede tuz oranları

Peynirlerin 120 günlük olgunlaşma süresince içerdikleri tuz oranları ve kurumadaki tuz oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Peynirler arasında tuz oranları açısından bazı farklılıklar gözlenmektedir. Peynirlerin kurumadaki tuz oranlarına bakıldığında ise, yine önemli farklılıkların ($P < 0.05$) olduğu gözlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerinin tuz oranları % 2.11- 4.83 değerleri arasında bulunmuştur. En düşük değer 6 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde depolamanın 60. gününde, en yüksek oran ise 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde depolamanın 120. gününde gerçekleşmiştir. Genel olarak örneklerde depolama süresi boyunca tuz oranında bir azalma gözlenmiştir. Tuz oranında artış meydana gelmesi starter ve starter olmayan bakteriler tarafından meydana gelen proteolizi olumsuz etkileyebileceğinden bu azalma önemlidir. Peynirde tuz oranının azalması ile sertlik oranında azalma meydana gelmekte ve daha elastik bir yapı oluşmaktadır (Pastorino ve ark. 2003).

Olgunlaşmanın 60. gününden itibaren tuz oranlarında artış gözlenmemesi, olgunlaşma sürecinde tuz dengesinin sağlandığını göstermekte ve peynir yüzeyinde meydana gelen kabuk, gözeneklerin küçülmesini sağlayarak tuz geçişine engel olmasından kaynaklanmaktadır. Peynir kitlesine tuz geçişi tamamlandıktan sonra proteolizle oluşan yeni ürünler salamura ortamından bünyelerine su bağlayarak peynirin su oranında bir miktar artış sağlarlar ve böylelikle tuz oranında da azalma meydana gelebilmektedir (Hayaloğlu 2003).

Çizelge 4.7. Örneklerin tuz değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	96.500	0.000
Sıcaklık (S)	18.816	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	37.596	0.000
OS × S	9.056	0.000
S × YKF	0.796	0.459
OS × YKF	9.679	0.000
OS × S × YKF	2.830	0.017

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin tuz içeriği ve kuru maddedeki tuz oranları üzerine olgunlaşma süresi, sıcaklık ve yardımcı kültür farklılıklarının etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Tuz ve kurumadede tuz oranları arasındaki farklılık olgunlaştırmanın 30. gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonucunda olgunlaşmanın 30. gününde 6 °C’de, 60. gününde 12 °C’de, 120. gününde ise hem 6 °C’de hem de 12 °C’de depolanan A, B ve C peynirlerinin tuz değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.8. Örneklerin Kurumadede tuz değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	98.031	0.000
Sıcaklık (S)	59.435	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	41.612	0.000
OS × S	10.220	0.000
S × YKF	1.148	0.330
OS × YKF	7.908	0.000
OS × S × YKF	2.797	0.018

Farklı sıcaklıklarda depolamanın kuru maddedeki tuz oranları üzerine etkisi olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren A, B ve C peynirlerinde önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Olgunlaşmanın 60. gününde hem 6 °C’de hem de 12 °C’de A, B ve C peynirlerinin kuru maddedeki tuz oranları birbirinden farklı bulunmuştur. Olgunlaşmanın sonunda ise her iki depolama sıcaklığında C peynirlerinin kurumadedeki tuz değerleri A ve B peynirlerinden farklı bulunmuştur.

Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda Türkiye’de üretilen Beyaz peynirlerin tuz ve kurumadedeki tuz miktarlarının çok geniş bir aralıkta (2.0-6.89) değiştiği belirlenmiştir

(Hayaloğlu ve ark. 2002). Tuzun salamuradan peynir kitlesine geçişi peynirin özelliklerine (yağ, asitlik, yüzey alanı) ve salamura özelliklerine (tuz konsantrasyonu, sıcaklık, süre ve salamura asitliği) bağlı olarak değişim göstermektedir.

4.1.5. Protein oranları

Peynir rneklerinin protein oranları % 16.11-21.80 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek protein oranı % 21.80 ile 12 C’de olgunlaştırılan B peynirinin 90. depolama gününde, en düşük oran ise 6 C’de olgunlaştırılan A peynirinin 20. gününde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi toplam protein oranlarında bir artış olduğu belirlenmiştir. En fazla artışın 6 C’de ve 12 C’de olgunlaştırılan tüm peynirlerde (12 C’de olgunlaştırılan C peynirleri hariç) olgunlaşmanın 90. gününde olduğu saptanmıştır.

İran’da üretilen salamura Beyaz peynirler üzerine yapılan çalışmada protein oranlarının % 18.18-22.78 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yine bu araştırmada protein miktarlarının toplam azot miktarına bağlı olarak olgunlaşma süresince arttığı bildirilmiştir (Azarnia ve ark. 1997). Bunun yanı sıra, Hayaloğlu (2003), farklı starter kültürler kullanarak ürettiği Beyaz peynir örneklerinde toplam protein miktarını % 12.78 ile 17.27 değerleri arasında değiştiğini ve olgunlaşma süresince protein oranında azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Yine Hayaloğlu (2007), farklı laktokok şuşları ile ürettiği Beyaz peynirlerde protein oranının azaldığını yalnızca *Lc. lactis* spp. *cremoris* SK11 ile üretilen peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince artış gösterdiğini bildirmiştir. Pastörize inek sütünden üretilen Beyaz peynirlerde yapılan kimyasal analiz sonucunda 90 günlük olgunlaşma süresinde toplam azot oranlarında istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte azalma olduğunu bildirmişlerdir. (Topçu ve Saldamlı 2006).

Çizelge 4.9. Örneklerin toplam protein değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	7.905	0.000
Sıcaklık (S)	48.878	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	2.597	0.090
OS × S	0.507	0.731
S × YKF	3.155	0.560
OS × YKF	3.531	0.003
OS × S × YKF	2.596	0.025

Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma süresinin, yardımcı kültür farklılığı \times sıcaklık etkileşimi ve sıcaklık farkının protein oranlarına etkisi önemli bulunurken ($P<0.05$), yardımcı kültür farklılığının tek başına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.9). 120 günlük olgunlaşma süresince farklı depolama sıcaklıklarında A, B ve C peynirlerinin toplam protein değerlerinin A'nın B ve C'den, farklı olduğu, aynı şekilde olgunlaşmanın 90. gününde 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerinin protein değerleri A ve C peynirlerinden, olgunlaşmanın 120. gününde ise 6 °C'de ve 12 °C'de olgunlaştırılan B ve C peynirlerinin toplam protein değerlerinin A peynirlerinden farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.2. Üretilen Beyaz peynirlerde meydana gelen proteoliz

Peynirlerde olgunlaşma sürecinde meydana gelen proteoliz, peynirlerin azot fraksiyonları, serbest amino asit miktarları, urea-PAGE elektroforetik analizleri ile RP-HPLC peptit profilleri çıkarılarak ayrı ayrı açıklanmış ve tartışılmıştır.

4.2.1 Azot fraksiyonları

Yapılan son çalışmalarda, azot fraksiyonları belirtilirken çoğunlukla % azot üzerinden hesaplanan değerler verilmiştir. Ayrıca, peynirlerin çözünür nitelikli azot fraksiyonları, içerdikleri toplam azot oranlarından da etkilenmektedir. Bu bölümde, suda çözünen ve % 12 trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot değerleri % azot üzerinden belirtilmiştir. Saptanan bu değerler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

4.2.1.1. Toplam azot oranları

Peynir kurumaddesini oluşturan bileşenler arasında yağdan sonra en büyük oranı protein oluşturmakta olup, peynirin en önemli ve değerli besin ögesidir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe peynir örneklerine ait su oranı azaldığından kurumadde ve protein oranlarında oransal bir artış gözlenmektedir. Buna bağlı olarak olgunlaşmanın başlangıcında en düşük değere sahip olan protein oranları olgunlaşmanın sonunda en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Peynirlerin olgunlaşması sürecinde % toplam azot oranlarının depolama süresi ve sıcaklıklarına bağlı olarak değişimi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan azot fraksiyonları

Özellikler	Günler	A		B		C	
		6 °C	12 °C	6 °C	12 °C	6 °C	12 °C
	1	2.52±0.05		2.62±0.21		2.48±0.07	
Toplam	20	2.47±0.08 ^A	3.08±0.30 ^a	2.62±0.11 ^A	2.81±0.13 ^a	2.66±0.02 ^A	2.71±0.01 ^a
Azot	30	2.57±0.19 ^A	3.00±0.31 ^a	2.56±0.09 ^A	2.70±0.11 ^a	3.00±0.26 ^A	2.94±0.27 ^a
(%)	60	2.58±0.09 ^A	2.79±0.09 ^a	2.60±0.07 ^A	2.90±0.07 ^a	2.77±0.11 ^A	3.20±0.00 ^b
	90	2.71±0.02 ^A	2.92±0.01 ^a	2.87±0.20 ^A	3.42±0.10 ^b	2.94±0.10 ^A	2.91±0.01 ^a
	120	2.81±0.01 ^A	2.96±0.06 ^a	2.88±0.01 ^B	3.16±0.17 ^b	2.88±0.01 ^B	3.09±0.06 ^b
	1	9.11±0.20		6.28±0.96		6.32±0.35	
Suda	20	16.79±0.44 ^B	10.00±1.53 ^a	8.55±0.36 ^A	10.68±0.36 ^a	10.61±1.27 ^A	10.92±1.05 ^a
Çözünen	30	15.80±1.37 ^B	14.91±0.09 ^b	9.62±0.68 ^A	9.21±1.39 ^a	13.54±1.22 ^B	12.56±0.49 ^a
Azot	60	20.61±0.02 ^C	18.30±0.07 ^c	11.80±0.80 ^A	13.38±0.39 ^a	15.65±0.09 ^B	15.54±0.24 ^b
(% Azot)	90	20.77±0.58 ^B	18.48±0.68 ^b	14.78±1.73 ^A	13.44±0.04 ^a	16.74±0.48 ^A	17.32±0.05 ^b
	120	20.10±1.01 ^B	22.33±0.41 ^b	14.91±0.14 ^A	15.36±0.71 ^a	20.58±0.76 ^B	17.54±0.41 ^b
	1	2.22±0.09		2.18±0.19		1.96±0.02	
% 12	20	6.00±0.23 ^C	4.92±0.82 ^{ab}	5.35±0.22 ^B	6.18±0.13 ^b	4.47±0.11 ^A	4.51±0.08 ^a
TCA'da	30	6.06±0.16 ^A	7.25±0.71 ^b	6.00±1.01 ^A	6.51±0.63 ^b	4.20±0.08 ^A	4.79±0.08 ^a
Çözünen	60	9.37±0.04 ^C	9.37±0.84 ^a	8.75±0.69 ^A	10.26±0.63 ^a	7.07±0.27 ^B	8.48±0.67 ^a
Azot	90	11.12±0.02 ^B	9.33±0.73 ^a	10.46±0.80 ^B	10.47±0.21 ^a	7.98±0.46 ^A	9.50±0.30 ^a
(% Azot)	120	11.15±0.06 ^B	11.40±0.17 ^b	10.48±0.37 ^A	11.63±0.38 ^a	12.44±0.21 ^C	11.47±0.02 ^c

^{A,B,C} : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 6 °C'de olgunlaştırılan peynirler
^{a,b,c} : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 12 °C'de olgunlaştırılan peynirler

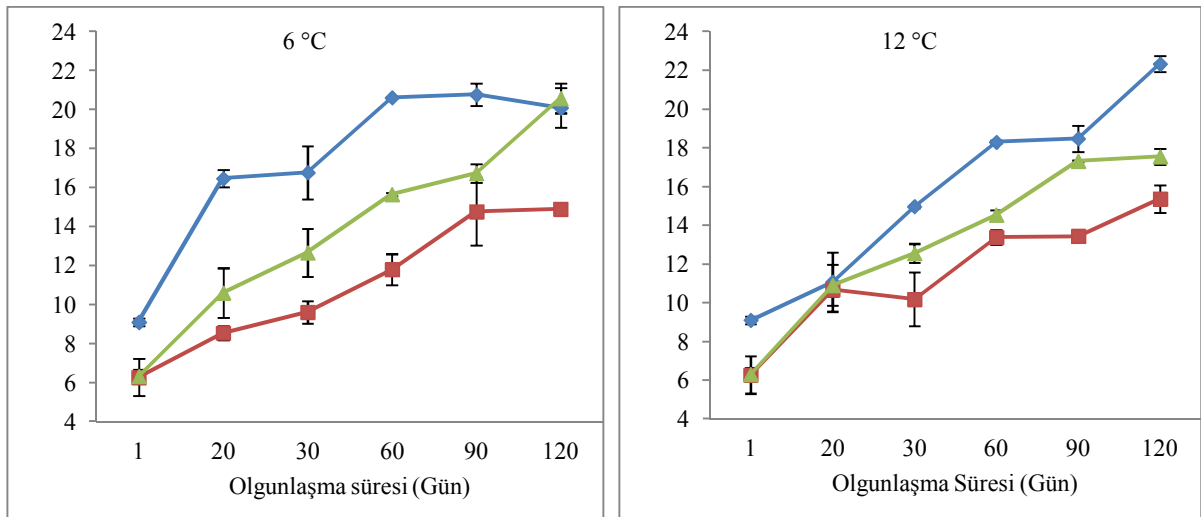
Yapılan varyans analizi sonucunda, örneklerin toplam azot değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve sıcaklık ile olgunlaşma süresi × yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresi × yardımcı kültür farklılığı × sıcaklık interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Farklı olgunlaşma sıcaklıklarında örnekler arasındaki toplam azot değerlerine bakıldığında, olgunlaşma süresinin 60. gününe kadar her iki sıcaklıkta A, B ve C peynirleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde 12 °C'de depolanan C peynirinin, 90. gününde 12 °C'de depolanan B peynirinin ve 120. gününde ise 12 °C'de depolanan A peynirlerinin ise toplam azot değerlerinin diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 11. Örneklerin toplam azot değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	7.905	0.000
Sıcaklık (S)	48.878	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	2.597	0.09
OS × S	0.507	0.731
S × YKF	3.155	0.560
OS × YKF	3.531	0.003
OS × S × YKF	2.596	0.025

4.2.1.2. Suda çözünen azot oranları

Suda çözünen azot oranı peynir proteinlerinin parçalanma ürünlerinin belirlenmesi için önemlidir. Çünkü bu ürünlerin miktar ve niteliği peynir çeşidine özgü tat, aroma ve tekstür oluşumunda etkili olmaktadır (Koçak ve ark. 1998).



Şekil 4.4. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin SÇA değerleri

Suda çözünen azot oranlarına ait değerler Çizelge 4.10'da ve bu değerlere ait grafik Şekil 4.4 'de verilmiştir. Suda çözünen azot oranları (SÇA), taze peynirlerde % 6.28 ile % 9.11 arasındadır. Yardımcı kültür farklılığı suda çözünen azot değerlerini önemli düzeyde etkilemektedir. Sarantinopoulos ve ark. (2002) Feta peynirinde farklı starter kullanımının suda çözünen azot değerleri üzerine önemli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Olgunlaşma süresinde en büyük artış C peynirinde saptanırken, A ve B peynirlerinde benzerlik göstermektedir. Peynir örneklerindeki suda çözünen azot değerleri olgunlaşma sürecinde sürekli bir artış göstermektedir. Taze peynirlerle, 120 gün olgunlaştırılan peynirler arasında önemli bir artış bulunmaktadır. Olgunlaşma süresinin suda çözünen azot üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, genellikle olgunlaşma süresinin peynirin suda çözünen azot değerleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Moatsou ve ark. 2002, Hayaloğlu 2003, Michaelidou ve ark. 2003, Topçu ve Saldamlı 2006).

Olgunlaşma süresince tüm peynirlerde suda çözünen azot oranları artış olduğu Şekil 4.4.'de göstermiştir.

Çizelge 4.12. Örneklerin SÇA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	240.012	0.000
Sıcaklık (S)	20.313	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	216.392	0.000
OS × S	1.462	0.236
S × YKF	12.031	0.000
OS × YKF	3.531	0.000
OS × S × YKF	12.420	0.000

Yapılan varyans analizi sonunda yardımcı kültür kullanımı, olgunlaşma sıcaklığı ve süresinin peynirlerin suda çözünen azot değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu ($P<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 120 günlük olgunlaşma süresinin sonunda 6 °C'de depolanan peynirlerin suda çözünen azot değerleri, 12 °C'de olgunlaştırılan peynirlere göre daha düşük değerlerde bulunmuştur. Alizadeh ve ark. (2006), tarafından yapılan bir çalışmada üretilen İran Beyaz peynirlerinin olgunlaşma sürecinde farklı sıcaklıklarda depolamanın suda çözünen azot değerleri üzerine olumlu etkide bulunduğu, benzer şekilde 10 °C'de depolanan peynirlerin proteoliz düzeylerinin 6 °C'de depolanan peynirlere göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Farklı olgunlaşma sıcaklıklarında A, B ve C peynirlerinin suda çözünen azot değerleri olgunlaşmanın 60. gününde birbirinden farklı olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır ($P<0.05$). Olgunlaşmanın 20. ve 90. gününde 6 °C'de depolanan B peynirleri dışında hem 6 °C'de hem de 12 °C'de depolanan B peynirlerinin suda çözünen azot değerlerinin A ve C

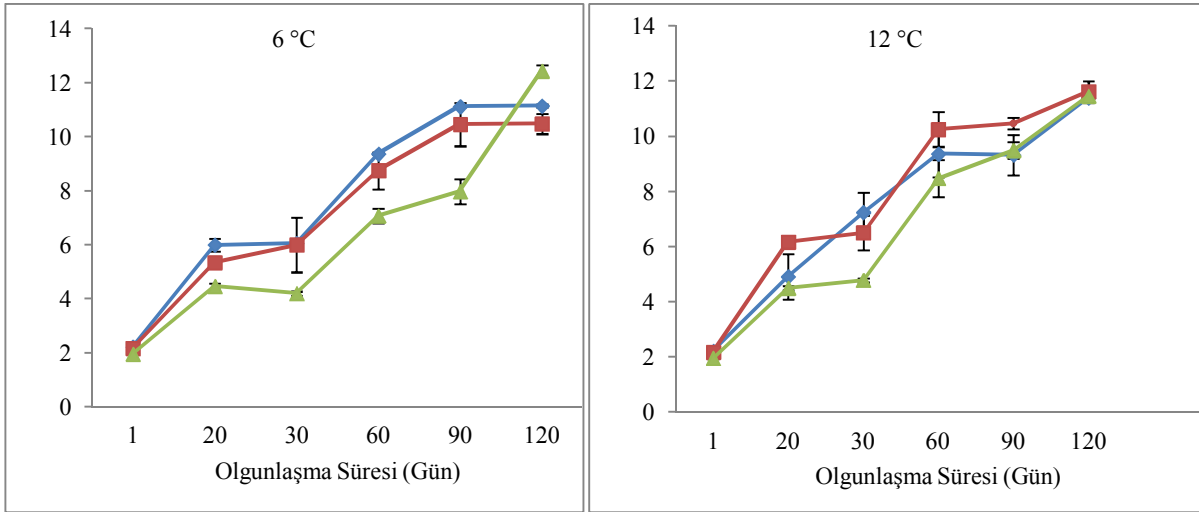
peynirlerinin suda çözünen azot değerlerinden farkının önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir ($P<0.05$).

Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresi içinde suda çözünen azot değerlerinin arttığı yapılan birçok çalışmada bildirilmektedir (Azarnia ve ark. 1997, Güven ve Karaca 2001, Moatsou ve ark. 2002, Sarantinopoulos ve ark. 2002, Hayaloğlu 2003, Michaelidou ve ark. 2003, Yılmaztekin ve ark. 2004, Kaptan ve ark. 2006, Alizadeh ve ark. 2006, Yaşar 2007, Kırmacı 2010).

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Beyaz peynirlerin 90 günlük olgunlaşma sonunda suda çözünen azot oranlarını % 19-20 düzeylerinde bulmuşlardır (Hayaloğlu 2003, Dağdemir ve ark. 2003, Cinbaş ve Kılıç 2006). Sonuçlar çalışmamızda bulunan değerlere yakınlık göstermektedir.

4.2.1.3. % 12 trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranları

% 12 TCA'da çözünen veya diğer bir deyişle protein olmayan azot oranları orta ve kısa zincirli peptitler ile amino asitlerden oluşmaktadır (Hayaloğlu 2003).



Şekil 4.5. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot değerleri

Beyaz peynirlerin 120 günlük olgunlaşma döneminde, % 12 trikloroasetik asitte çözünen azot oranlarında meydana gelen değişimlere ait ortalama değerler standart sapma değerleri ile

birlikte Çizelge 4.10'da ve bu değerlere ait grafik Şekil 4.5' de verilmiştir. Peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot oranları incelendiğinde, olgunlaşmanın 120. gününde 6 °C'de depolanan C peynirinin 12.44 ile en yüksek değere sahip olduğu, onu sırasıyla B ve A peynirlerinin izlediği görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot oranları üzerine yardımcı kültür kullanımının önemli etkisinin olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Michaelidou ve ark. (2003) starter kültür farklılığının % 12 TCA'da çözünen azot oranları üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar, % 12 TCA'da çözünen azotun 90 ve 120 gün olgunlaştırılan peynirlerde % 10-12 arasında olduğunu belirtirken (Papa ve Anifantakis 2001, Michaelidou ve ark. 2003, Benech ve ark. 2003, Cinbaş ve Kılıç 2006), bu değerler çalışmamızdaki bulgular ile benzerlik göstermekte olup, bazıları da % 15 düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir (Pavia ve ark. 2000). Bu çalışmada saptanan değerler Uraz ve Şimşek (1998) ile Topçu ve Saldamlı (2006)'nın buldukları değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Örneklerin TCA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	<i>F</i>	<i>P</i>
Olgunlaşma Süresi (OS)	498.839	0.000
Sıcaklık (S)	1.317	0.259
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	37.037	0.000
OS × S	1.335	0.278
S × YKF	16.421	0.000
OS × YKF	9.343	0.000
OS × S × YKF	7.163	0.000

Olgunlaşma süresince Beyaz peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot oranlarının 6 °C ve 12 °C'de A, B ve C peynirleri de arttığı görülmüştür (Şekil 4.5). % 12 TCA'da çözünen azot oranlarına olgunlaşma süresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucu, olgunlaşma süresinin bu özellik üzerine etkisinin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). Feta peynirinde Gaya ve ark. (1990), Katsiari ve ark. (2000), Valsamaki ve ark. (2000) ile Michaelidou ve ark. (2003) ve Beyaz peynirlerde Güven ve Karaca (2001), Hayaloğlu (2003, 2007), Yılmaztekin ve ark. (2004) ile Cinbaş ve Kılıç (2006) olgunlaşma süresince % 12 TCA'da çözünen azot oranlarının depolama süresince arttığı bildirilmiştir.

% 12 TCA'da çözünen azot değerleri üzerine farklı sıcaklıklarda depolamanın etkisi önemli olmadığı bulunmuştur ($P>0.05$). 120 günlük olgunlaşma süresinin sonunda 6 °C'de depolanan

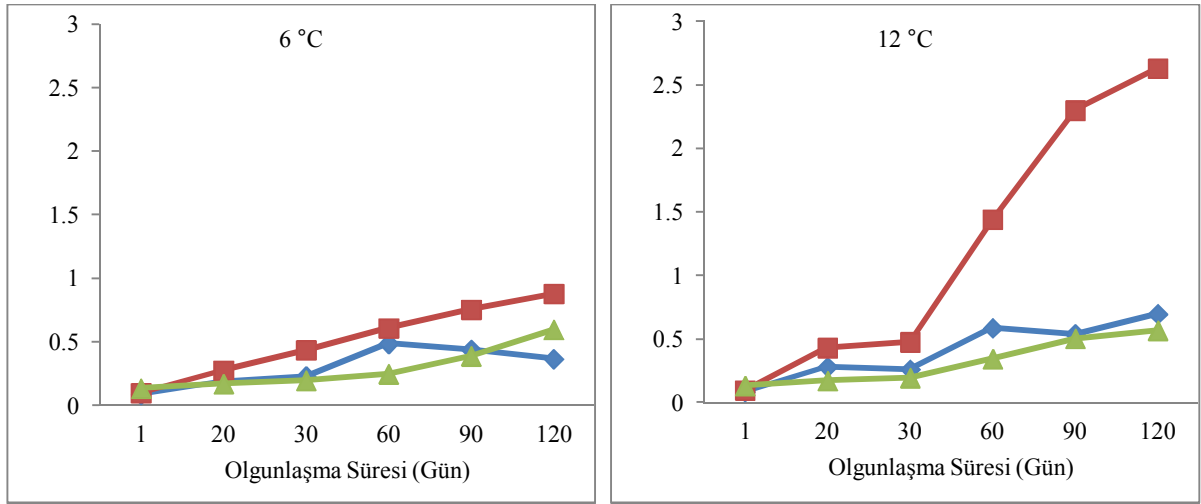
peynirlerin % 12 TCA'da çözünen azot değerleri, 12 °C'de olgunlaştırılan peynirlere göre daha düşük değerlerde bulunmuştur. Alizadeh ve ark. (2006), tarafından yapılan bir çalışmada, İran Beyaz peynirlerinin olgunlaşma sürecinde farklı sıcaklıklarda depolamanın % 12 TCA'da çözünen azot değerleri üzerine olumlu etkide bulunduğu, benzer şekilde 10 °C'de depolanan peynirlerin proteoliz düzeylerinin 6 °C'de depolanan peynirlere göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Farklı olgunlaşma sıcaklıklarında A, B ve C peynirlerinin % 12 TCA'da çözünen azot değerleri olgunlaşmanın 20., 60. ve 120. gününde birbirinden farklı olduğu ve olgunlaşmanın 30. gününde 12 °C'de depolanan, 90. gününde 6 °C'de depolanan C peynirlerinin % 12 TCA'da çözünen azot değerlerinin A ve B peynirlerinden farkının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

4.2.2. Peynirlerde saptanan toplam serbest amino asit miktarları

Proteinlerdeki toplam serbest amino asit miktarları, amino asitlerin fonksiyonel amino gruplarının kromofor bir madde (CdNr) ile boyandıktan sonra belirlenmektedir (Wallece ve Fox, 1998). Toplam serbest amino asit miktarları spektrofotometrik olarak 507 nm'de saptanmış ve absorbans değerleri standart eğriye göre mg Leu/g'a dönüştürülmüştür. Bulguların değerlendirilmesi yapılırken mg Leu/g cinsinden sonuçlar dikkate alınmıştır. Beyaz peynirlerin toplam serbest amino asit miktarlarına ait absorbans ve toplam serbest amino asit miktarları sırasıyla Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

B peynirindeki amino asit konsantrasyonu olgunlaşmanın başlangıcında A peyniri ile yaklaşık değerde iken, olgunlaşma süresinde B peynirindeki artış daha hızlı olmuş ve 12 °C'de olgunlaşmanın 120. gününde A peynirine göre 3 kat C peynirine göre ise 4 kat fazla değere ulaşmıştır. Toplam serbest amino asit içeriğinin, *Lb. helveticus* starter kültür ile üretilen peynirlerde erken lizis nedeniyle ortaya çıkan intraselüler enzimler etkisiyle proteoliz oranında bir artışa neden olduğunu ve ayrıca *Lactobacillus* türlerinin proteolitik aktiviteleri daha yüksek olduğundan bu değerlerin daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir (Oumer ve ark. 2001, Garde ve ark. 2002).

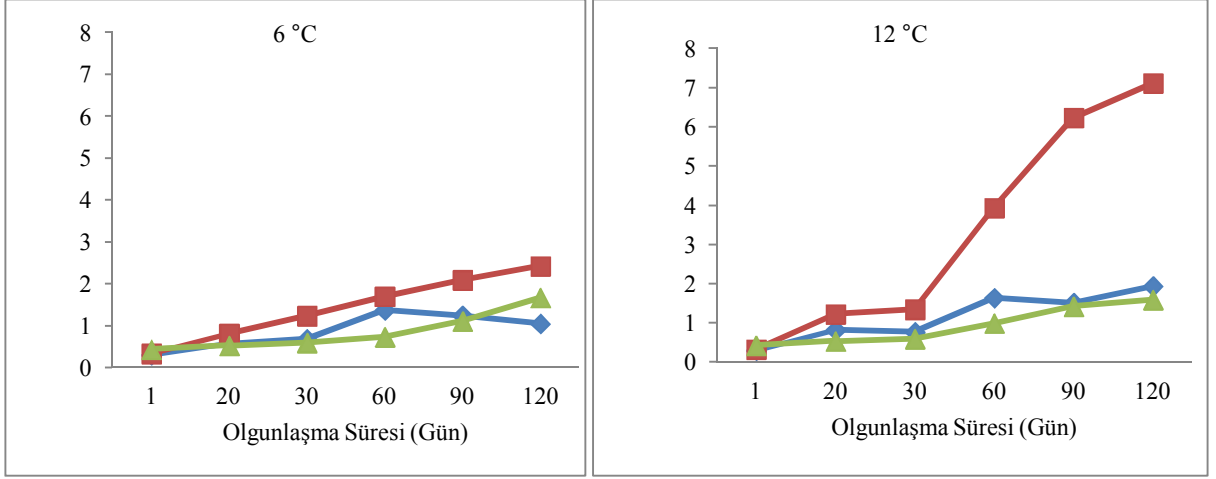


Şekil 4.6. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin Absorbans değerleri

Peynirlerin toplam serbest amino asit miktarları olgunlaşma sürecinde artış göstermektedir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe meydana gelen bu artış diğer çalışmalarda da belirlenmiştir (Kandarıkis ve ark. 2001, Hayaloğlu 2003, 2007, Mallatou ve ark. 2004, Cinbaş ve Kılıç 2006, Pappa ve Sotirakoglou 2008). Her iki olgunlaşma sıcaklığında, A, B, ve C peynirlerinde toplam amino asit değerleri için en hızlı artış 60. günde bulunmuştur. A, B ve C peynirlerinin 120 günlük olgunlaşma sonunda toplam serbest amino asit miktarlarının farklı olduğu bulunmuştur. Her iki olgunlaşma sıcaklığında, B peyniri A ve C peynirlerine göre olgunlaşmanın 60. gününden itibaren toplam serbest amino asit konsantrasyonları önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Farklı olgunlaşma sıcaklıkları A, B ve C peynirlerinin toplam serbest amino asit konsantrasyonları üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin tüm aşamalarında 12 °C'deki toplam serbest amino asit konsantrasyonları 6 °C'deki toplam serbest amino asit konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur. Özellikle B peynirinin 12 °C'deki toplam serbest amino asit konsantrasyonu, 6 °C'dekine göre oldukça yüksek (3-4 kat) değerlerde bulunmuştur.

Fenelon ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada, farklı olgunlaşma sıcaklığının toplam serbest amino asit konsantrasyonu üzerine etkisinin önemli derecede farklı olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada 12 °C'deki toplam serbest amino asit konsantrasyonun 7 °C'dekine göre 1,5 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır. Başka araştırmacılar tarafından da benzer sonuçlar ortaya konmuştur (Gaya ve ark. 1990, Folkerstma ve ark. 1996).



Şekil 4.7. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin toplam serbest amino asit miktarları

Kandarıkis ve ark. (2001) ürettikleri Feta peynirlerinde Cd-Ninhidrin metodu ile saptadıkları toplam serbest amino asit değerlerinin 15 °C ve 21 °C'de farklılık gösterdiğini ve 21 °C'de bu değerlerin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Sihufe ve ark. (2010a) tarafından yapılan bir çalışmada, 12 °C ve 18 °C'de olgunlaştırılan peynirlerde toplam serbest amino asit miktarlarının farklılık gösterdiğini ve 18 °C'de bulunan değerlerin 12 °C'de bulunan amino asit miktarlarından % 72 daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

4.2.3. Peynirlerde saptanan serbest amino asit miktarları

Beyaz peynirlerin serbest amino asit miktarlarına (μ g/g kuru SÇA) ait değerler Çizelge 4.14' ve bu değerlere ait grafikler ise Çizelge 4.8-4.12 arasında verilmiştir. Olgunlaşmanın 120. gününde sırasıyla 6 °C'de olgunlaştırılan A, B ve C peynirine ait toplam serbest amino asit konsantrasyonları sırasıyla 12.052 μ g/g, 31.226 μ g/g, 11.539 μ g/g kuru SÇA değerlerini alırken, 12 °C'de olgunlaştırılan A, B ve C peynirlerinde sırasıyla 16.374 μ g/g, 36.226 μ g/g ve 22.454 μ g/g kuru SÇA toplam serbest amino asit içerdikleri bulunmuştur. Çizelge 4.14' de görüldüğü gibi, peynir örneklerinde en fazla miktarda Leu, Glu, Arg ve Lys, Pro ve Tyr amino asitlerine rastlanmıştır. Trp ise tüm peynirlerde en düşük miktarlarda saptanmıştır.

Peynirlerin serbest amino asit miktarları olgunlaşma sürecinde artış göstermektedir. Serbest amino asit miktarları farklı yardımcı kültür içeriğine göre değişiklik göstermektedir. A, B ve C peynirlerinin 120 günlük olgunlaşma sonunda serbest amino asit miktarlarındaki farklılığın

$P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. B peynirinin A ve C peynirlerine göre hem 6 °C’de hem de 12 °C’de olgunlaşmanın tüm aşamalarında serbest amino asit miktarları önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. A, B ve C peynirlerinin gerek farklı sıcaklıklarda gerekse depolama sürecinde toplam serbest amino asit konsantrasyonları ile serbest amino asit miktarlarındaki değişim paralellik göstermektedir.

Yapılan varyans analizi sonunda yardımcı kültür kullanımı, olgunlaşma sıcaklığı ve olgunlaşma süresinin Beyaz peynirlerdeki serbest amino asit değerleri üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur. 120 günlük olgunlaşma süresinin sonunda 6 °C’de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerdeki serbest amino asit değerleri, 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlere göre daha düşük değerlerde bulunmuştur. Serbest amino asit miktarları tek tek ele alındığında da, 120 günlük olgunlaşma sonunda toplam serbest amino asit miktarları 6 °C’de ve 12 °C’de depolanan B peynirlerinde Cys amino asidi hariç tüm amino asitler daha yüksek değerde bulunmuştur. Her bir olgunlaşma süresinde hem 6 °C’de hemde 12 °C’de depolanan B peynirlerindeki toplam FAA miktarları, A ve C peynirlerine göre yüksek değerde bulunmuştur. Bunu sırasıyla A ve C peynirleri takip etmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda da serbest amino asit profillerinin benzer olduğu gözlenmektedir. Üretilen Teleme peynirinde Lys, Leu ve Glu olgunlaşmanın tüm aşamalarında temel amino asitler olduğu belirlenmiştir. Feta peyirinde de Lys, Leu ve Phe temel serbest amino asitler olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Mallatou ve ark 2004).

Leu, Glu, Arg ve Lys dominant serbest amino asitlerdir. Trp ise tüm peynirlerde en düşük miktarlarda saptanmıştır. Aynı amino asitler bazı araştırmacılar tarafından üretilen Beyaz peynirlerde de temel amino asit olarak bulunmuştur (Pappa ve Sotirakoglou 2008, Hayaloğlu ve ark. 2002). *Lb. helveticus* gibi termofilik laktobasiller yüksek proteolitik ve peptidolitik aktivitelerinden dolayı serbest amino asit içeriği fazla olmaktadır. Benzer şekilde farklı otolitik özellik gösteren *Lb. helveticus* türleri ile üretilen Cheddar peynirlerindeki serbest amino asit içeriğinin sadece *Lactococcus* spp. ile üretilen kontrol peynirlerine göre yüksek olduğu bildirilmektedir (Madkor ve ark. 2000, Hannon ve ark. 2007, Bergamini ve ark. 2010).

Manchego, Cheddar, Edam ve Romano peyniri ile yapılan çalışmalarda, olgunlaşma süresince temel serbest amino asitlerin, çalışmamıza benzer şekilde, Glu, Val ve Leu olduğu bildirilmiştir. (Fernandez-Salguero ve Sanjuan 1999). Starter kültür farklılığının çeşitli peynirlerde serbest amino asit miktarları üzerine önemli düzeyde etkili olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Hannon ve ark. 2003, Hayaloğlu 2003). Araştırmacılar

inceledikleri peynir örneklerinde en çok bulunan amino asitlerin Glu, Leu, Lys, Val ve Ala amino asitlerinin olduğunu belirtmişlerdir (Fenelon ve ark. 1999, Moatsou ve ark. 1999, Hayaloğlu 2003).

Farklı olgunlaşma sıcaklıkları A, B ve C peynirlerinin serbest amino asit konsantrasyonları üzerine etkili bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin tüm aşamalarında 12 °C'deki serbest amino asit konsantrasyonları 6 °C'deki serbest amino asit konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur. Özellikle B peynirinin 12 °C'deki toplam serbest amino asit konsantrasyonu 6 °C'deki göre oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. 12 °C ve 18 °C'de 6 ay depolanan Reggiano Argentino peynirlerinde serbest amino asit içeriklerinin, 18 °C'de depolanan peynirlerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sihufe ve ark. 2010a).

Vicente ve ark. (2001b)'nin Idiazabal peynirlerinde depolama süresince starter kültür ve rennet tipinin serbest amino asit içeriğindeki değişim üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, peynir örneklerinde saptanan 24 serbest amino asit içerisinde Leu, Glu, Val ve Phe'nin temel serbest amino asitler olduğunu ve starter kültür tipinin starter enzimlerine bağlantılı olarak serbest amino asit profili üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Otaibi ve Wilbey (2004) tarafından üretilen Beyaz peynirlerde farklı sıcaklıkta depolamanın serbest amino asit miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu, 10 °C'de depolanan Beyaz peynirlerin serbest amino asit içeriğinin 5 °C'de depolanan Beyaz peynirlere göre fazla olduğu bildirilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada da, Tavarina-Freni ve ark. (2003), La Serena peynirinde 180 günlük olgunlaşma süresinde baskın olan amino asitlerin Val, Lys, Leu ve Arg olduğunu bildirmişlerdir.

Starter kültürlerin lize olması ile serbest amino asit oluşumu arasında pozitif bir ilişki olduğu araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Hannon ve ark. 2007). Yüksek otolitik özellik gösteren *Lb. helveticus* DPC4571 ile üretilmiş Cheddar peynirlerinde serbest amino asit içeriğinin sadece *Lactococcus* içeren peynirlere göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir (Chapot-Chartier ve ark. 1994, Crow ve ark. 1995, Morga ve ark. 1997). Simov ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, proteolitik aktivitesi yüksek olan *Lb. casei*'nin *Lactococcus* türlerine göre yüksek peptitaz ve aminopeptitaz aktivitesinden dolayı serbest aminoasit içeriği üzerine etkisinin önemli olduğu, serbest amino asit ve toplam amino asit miktarlarının 2-4 kat daha fazla miktarda olduğu bildirilmiştir. *Lb. helveticus*, peynirlerde yardımcı kültür olarak kullanılan önemli proteolitik bakterilerden biridir ve peynirin olgunlaşma sürecinde serbest amino asit, orta ve düşük molekül ağırlığına sahip peptit

oluşumuna yüksek düzeylerde katkıda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda *L. helveticus* kullanılarak üretilen peynirlerde olgunlaşma süresince meydana gelen serbest amino asit miktarlarının oldukça yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir (Tungjaroenchai ve ark. 2001, Hannon ve ark. 2007, Hashemi ve ark. 2009, Milesi ve ark. 2011)

Hayaloğlu ve ark. (2004), Beyaz peynirde proteoliz üzerine farklı laktokok starter türlerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada, peynirler arasında serbest amino asit düzeylerinde önemli farklılık gösterdiğini, özellikle Leu, Glu, Phe, Val, Lys, Arg aminoasitlerinin de peynirlerde farklı konsantrasyonlarda olduğunu bildirmişlerdir. Bu farklılığın da farklı starter türlerinin sahip olduğu enzim sistemleri ve otoliz derecesinden kaynaklandığı vurgulamışlardır.

Pappa ve Sotirakoglou (2008), Teleme peynirinde kullanılan farklı starter bakterileri ve süt tiplerinin serbest aminoasit konsantrasyonundaki değişimlerini inceledikleri çalışmada, termofilik ve mezofilik bakteri ve bu bakteri karışımlarında üretilen peynirler arasında, termofilik starter bakterilerin serbest amino asit konsantrasyonunun daha yüksek olduğunu, kültür ve süt tipleri farkı olmaksızın temel amino asitlerden Leu, Glu, Phe, Val ve Lys nin olgunlaşmanın tüm aşamalarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Milesi ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada mezofilik *Lactobacillus*'ların iki türü ve bir starter bakteri türü içeren kültür kombinasyonu ile üretilen yumuşak tip peynirlerde sekonder proteoliz ve aroma oluşumu üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada, olgunlaşma süresince *Lactobacillus* içeren peynirlerde toplam serbest amino asit içeriğinde bir artış olduğunu ve bu artışın kültür tipine göre değiştiğini ayrıca Asp, Ser, Arg, Leu, Phe gibi amino asit içeriğinin de kültür farkından etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, en yüksek serbest amino asit konsantrasyonuna sahip olan B peynirinin, toplam serbest amino asit miktarının (mg Leu/g) da daha yüksek olduğu saptanmıştır. Hem toplam serbest amino asit hem de serbest amino asit içeriği açısından *Lb.helveticus* kullanılarak üretilen B peynirlerinde yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.14.a. 6 °C' de Beyaz peynirlerin serbest amino asit miktarları (µg/g kuru SÇA)

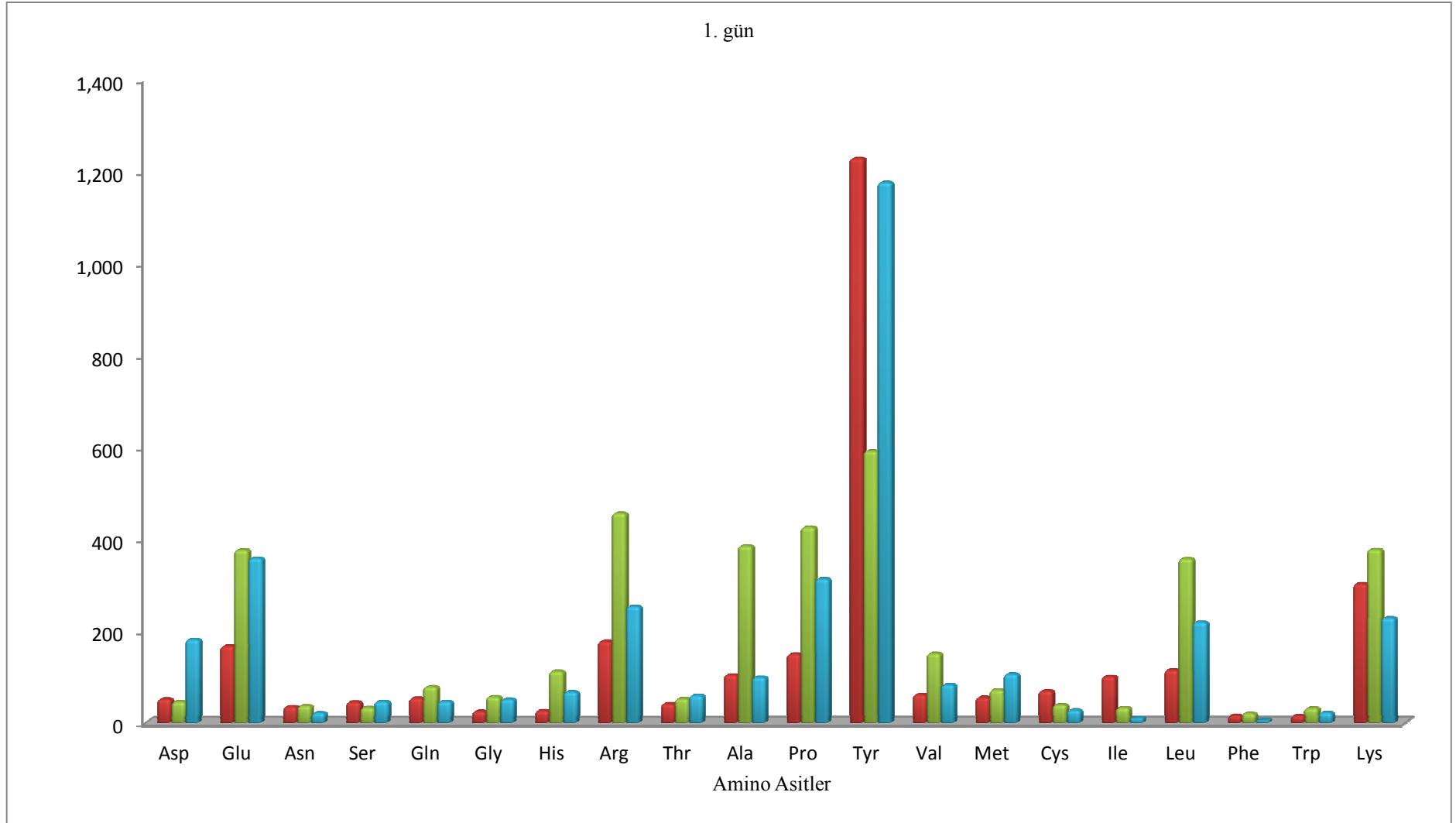
Amino Asitler	Peynirler														
	1.gün			30.gün			60.gün			90.gün			120.gün		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Asp	51.08±11.93	45.13±0.23	180.46±1.60	46.02±4.70	171.43±129.08	200.29±2.47	65.50±3.16	206.15±13.78	377.36±3.82	99.04±5.49	428.29±34.18	398±3.16	143.51±0.74	442±0.75	464.74±2.11
Glu	166.18±56.77	375.45±5.28	357.54±0.55	344.89±9.91	1095.17±410.78	519.99±3.12	446.68±3.34	1708.53±5.65	827.52±3.40	476.28±18.84	1551.30±56.82	738±9.39	688.49±18.45	3007.72±50.06	1026.81±10.45
Asn	34.38±1.47	35.98±0.14	20.86±0.29	74.44±0.47	297.68±79.28	42.49±0.28	106.06±0.70	431.58±2.96	54.12±0.08	131.63±5.30	825.45±29.52	69.10±0.25	207.58±2.50	936.24±12.73	161.96±3.17
Ser	44.65±8.39	32.51±0.09	45.56±2.50	95.23±0.35	243.00±70.56	93.20±0.26	145.92±0.38	322.81±0.39	121.36±0.70	191.73±7.88	749.20±25.34	129.99±0.40	289.48±0.59	618.76±6.74	201.12±0.65
Gln	53.33±21.43	77.68±3.52	45.77±5.56	96.96±1.98	45.59±140.21	36.06±0.08	185.25±2.06	742.45±5.79	45.45±0.54	218.76±11.84	1296.04±44.24	67.94±0.43	385.88±3.29	1428.97±15.04	186.07±2.71
Gly	24.29±8.02	55.87±1.13	50.55±2.02	50.29±0.07	154.07±23.39	9.99±1.67	113.22±1.30	224.71±0.43	149.23±0.87	120±4.32	484±13.54	142.51±0.33	167.94±0.94	416.61±0.29	207.52±0.47
His	25.66±20.37	111.34±4.00	66.48±1.25	126.60±0.82	313.29±106.72	142.68±0.22	147.81±0.13	521.04±0.43	205.42±0.41	148.60±5.85	939.15±21.70	180±0.93	221.17±0.67	1047.12±0.63	229.22±3.05
Arg	176.84±65.49	455.57±7.56	252.44±2.22	896.50±10.34	1371.20±143.60	712.38±6.87	1154.27±10.57	2317.25±18.68	1189.26±8.37	1563.86±69.91	3749.12±128.47	1254±11.20	2149.66±31.28	3895.50±50.38	2025.66±8.10
Thr	40.82±28.67	51.73±0.57	58.71±0.52	115.39±2.15	208.57±16.59	72.76±1.73	91.50±2.23	234.42±1.74	73.00±1.08	122.25±4.57	492.77±15.64	129.16±1.83	220.27±1.05	671.26±0.63	231.24±18.18
Ala	103.51±15.62	384.07±3.57	98.45±0.48	190.10±1.28	550.77±136.90	154.03±1.37	222.60±1.49	819.13±4.52	239.44±0.68	242.06±10.57	1156.21±38.15	225.88±1.81	353.94±1.36	1145.94±3.29	314.50±1.14
Pro	148.93±32.84	424.85±0.42	312.67±0.99	337.76±0.84	815.74±173.10	358.88±2.05	426.02±3.37	1235.03±5.61	460.48±1.59	438.94±14.68	2014.96±63.65	376.25±0.23	646.06±3.43	2568.60±0.02	475.66±0.72
Tyr	1228.00±129.20	590.86±1.34	1175.49±1.60	1107.96±3.48	630.79±720.68	715.92±1.27	938.00±4.97	1897.69±10.07	754.05±3.26	783.84±34.22	2148.87±76.77	765±36.38	1553.06±19.29	2444.19±33.17	664.09±27.80
Val	60.55±20.20	150.13±2.08	81.95±2.06	184.26±3.34	645.57±279.68	194.52±4.04	239.63±5.33	1013.67±10.33	314.48±3.46	347.93±13.86	1793.46±65.19	357±5.48	536.35±7.76	1875.57±21.55	502.41±3.61
Met	54.60±24.64	70.94±0.59	105.23±0.36	254.35±1.03	158.33±131.42	99.32±0.17	215.07±12.34	366.02±0.08	152.98±3.22	308±9.68	590.39±14.85	120.34±1.28	361.34±4.08	662.75±15.37	273.36±15.65
Cys	68.76±6.77	38.55±2.07	27.02±0.79	336.34±3.21	238.05±125.10	410.42±0.07	618.83±1.26	185.39±16.88	848.12±1.34	590.53±17.26	311.48±2.16	591.31±6.12	455.42±6.23	106.60±11.45	870.38±2.23
Ile	100.09±88.65	32.08±3.01	10.11±0.46	112.82±14.51	438.72±338.87	124.58±4.85	106.00±1.64	635.19±13.82	140.72±1.96	110.65±2.75	1379.75±46.82	164±3.42	177.81±13.21	1381.91±35.08	100.96±4.99
Leu	114.27±158.92	356.44±4.96	218.44±1.85	838.23±3.79	1432.84±588.61	684.01±6.83	1352.24±0.63	2477.99±19.23	1227.87±12.39	1781.55±68.67	4451.12±154.22	1534±11.58	2584.73±42.12	5019.27±39.58	2600.07±24.10
Phe	15.00±2.16	20.00±2.78	5.00±0.77	87.00±2.59	43.00±0.61	85.00±0.97	129.00±0.64	46.00±0.35	178.00±0.17	102±2.85	64±0.64	138±0.15	143±0.11	83±3.71	235.00±1.19
Trp	14.59±13.78	31.14±0.33	21.66±0.33	24.64±2.97	32.53±0.49	31.15±1.07	12.63±0.22	31.29±1.65	8.44±1.19	12.88±0.12	251.35±0.97	11.93±0.15	25.13±0.04	223.57±29.97	29.74±1.50
Lys	301.90±133.12	376.50±6.02	227.71±1.69	299.99±0.21	651.05±671.98	326.33±9.67	408.11±0.11	1808.96±13.28	648.09±0.10	520.60±20.84	3149.96±110.41	495±8.96	741.06±17.98	3250.77±49.69	738.51±4.26
Toplam	2827	3716	3362	5620	13014	5096	7124	17226	8016	8311	27827	7887	12052	31226	11539

Çizelge 4.14.b. 12 °C'de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin serbest amino asit miktarları (µg/g kuru SÇA)

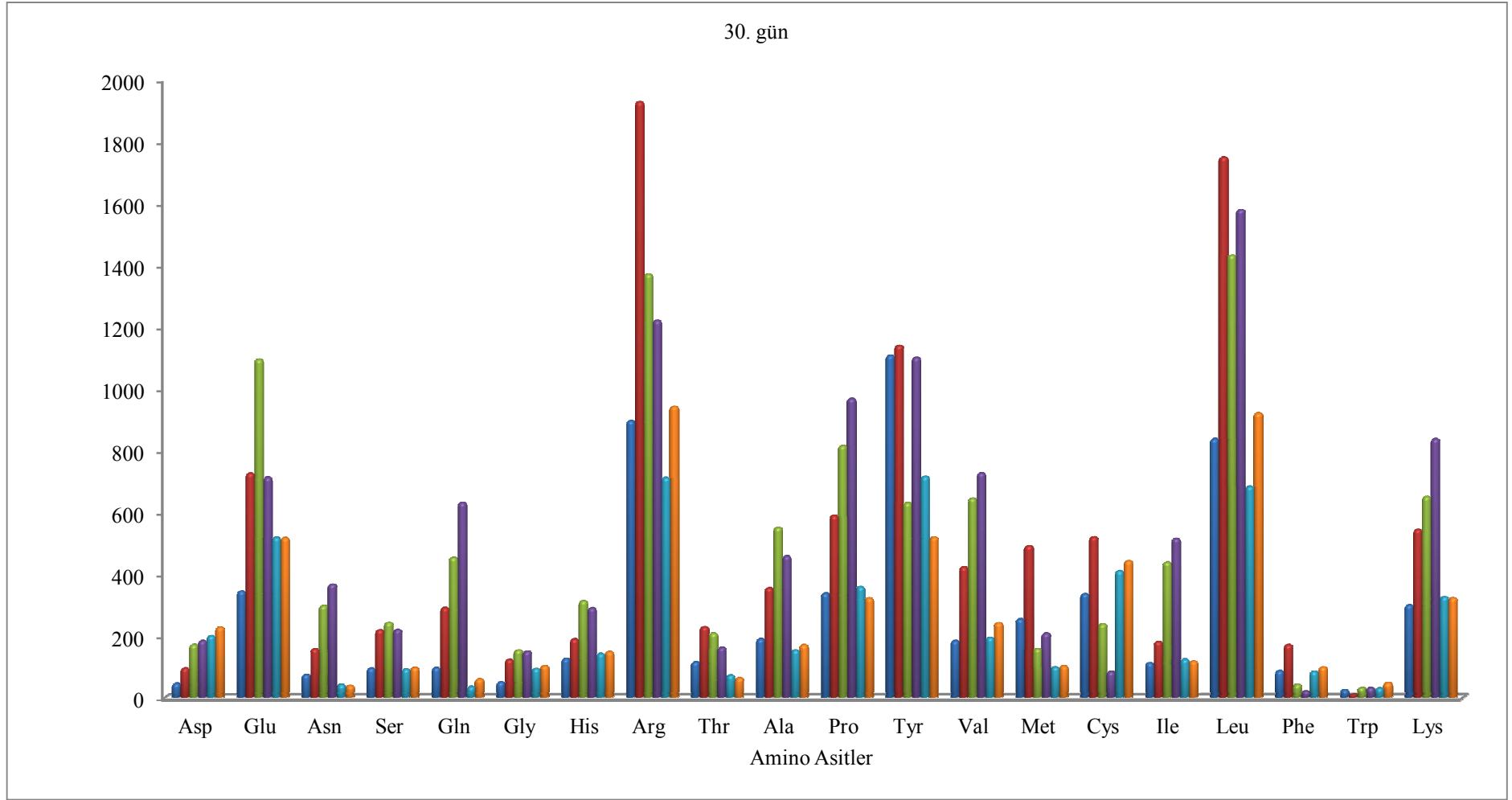
Amino Asitler	Peynirler														
	1.gün			30.gün			60.gün			90.gün			120.gün		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Asp	51.08±11.93	45.13±0.23	180.46±1.60	95.56±6.32	184.31±5.12	227.71±3.21	159±4.57	1244.29±36.57	330.26±71.42	40.26±0.02	2222.13±124.11	409.00±28.04	191.70±0.04	1161.71±180.32	445.56±25.50
Glu	166.18±56.77	375.45±5.28	357.54±0.55	726.34±1.31	713.27±41.50	517.65±3.20	646±62.30	6698.27±46.32	778.26±180.74	893.21±28.43	9931.03±541.45	1214.41±14.95	1168.55±27.68	4923.10±0.00	1885.00±103.64
Asn	34.38±1.47	35.98±0.14	20.86±0.29	157.97±0.84	366.78±2.50	39.11±0.26	366±2.68	1988.82±18.62	134.60±52.28	263.70±8.82	3012.53±155.61	265.82±2.16	451.71±3.49	1414.90±128.30	670.83±28.82
Ser	44.65±8.39	32.51±0.09	45.56±2.50	219.50±2.58	220.28±0.43	97.37±0.25	390±0.06	1266.19±10.79	265.12±96.41	313.86±10.05	2169.63±117.73	252.62±3.54	341.60±8.98	936.17±89.16	513.70±20.79
Gln	53.33±21.43	77.68±3.52	45.77±5.56	291.11±1.01	631.25±5.62	60.24±1.10	713±6.54	3544.46±23.63	126.56±65.85	548.00±18.71	4625.30±238.88	278.61±4.13	656.24±14.78	2469.94±282.87	969.41±39.10
Gly	24.29±8.02	55.87±1.13	50.55±2.02	123.50±4.62	150±0.13	102.94±0.39	250±1.11	909.03±0.23	251.05±31.58	170.61±4.44	1478.99±47.16	257.95±1.01	251.51±2.45	957.93±80.34	462±15.06
His	25.66±20.37	111.34±4.00	66.48±1.25	189.67±1.15	290.24±2.45	148.49±0.95	302±0.64	1924.04±4.15	244.11±83.06	273.16±8.55	2799.52±136.75	276.20±0.51	352.08±0.40	1383.89±391.11	456.46±8.39
Arg	176.84±65.49	455.57±7.56	252.44±2.22	1929.32±20.76	1221.29±6.24	942.30±8.73	2951±14.23	4770.66±41.85	1569.61±409.51	2422.58±82.75	5852.09±333.33	2209.32±14.45	2362.99±29.34	2664.80±18.32	3247.99±114.44
Thr	40.82±28.67	51.73±0.57	58.71±0.52	229.07±3.84	162.44±0.37	63.65±0.89	291±1.4	838.57±10.03	182.52±50.98	239.83±8.13	1334.86±93.23	296.86±3.62	403.56±5.95	803.32±4.90	424.00±18.78
Ala	103.51±15.62	384.07±3.57	98.45±0.48	355.32±0.93	458.41±2.82	170.83±0.62	426±1.35	1656.77±6.64	298.54±46.25	364.84±12.45	2328.81±129.88	336.23±3.65	430.58±2.54	944.47±24.46	559.98±19.39
Pro	148.93±32.84	424.85±0.42	312.67±0.99	589.80±1.28	968±1.15	322.17±1.29	1212±1.56	4889.74±31.76	420.61±68.74	898.14±25.62	6960.37±258.86	514.93±4.07	1299.23±2.31	4974.44±556.69	1158.73±37.31
Tyr	1228.00±129.20	590.86±1.34	1175.49±1.60	1140.13±11.81	1101.29±31.83	519.68±3.55	1936±4.64	3552.23±36.73	919.13±173.55	1941.00±81.22	4247.52±216.50	990.41±17.00	2223.22±25.63	163.25±63.96	1924±1374.24
Val	60.55±20.20	150.13±2.08	81.95±2.06	423.00±7.10	727.38±12.15	241.99±4.53	873±6.77	3344.51±47.36	441.58±203.46	658.07±23.13	5212.03±277.78	701.00±17.10	902.30±17.57	2505.73±255.32	1411.53±66.07
Met	54.60±24.64	70.94±0.59	105.23±0.36	491.42±1.74	208.46±0.66	102.44±1.03	543±1.04	1206.06±0.30	187.76±42.40	411.30±11.45	2035.82±112.32	198.80±1.71	455.80±6.33	919.20±128.62	605.11±17.97
Cys	68.76±6.77	38.55±2.07	27.02±0.79	520.11±4.19	84.40±1.32	442.82±0.06	513±4.00	390.01±33.88	378.85±394.36	224.00±13.20	153.98±21.78	578.00±30.80	184.29±3.76	297.23±40.56	423.01±7.87
Ile	100.09±88.65	32.08±3.01	10.11±0.46	182.22±20.17	515.22±5.52	118.39±4.51	260±18.21	2671.58±16.38	232.15±21.76	378.53±15.40	4166.33±204.80	294.45±3.20	463.61±19.56	2082.63±357.31	667±38.69
Leu	114.27±158.92	356.44±4.96	218.44±1.85	1749.98±15.49	1580.07±14.49	921.35±1.31	3034±10.36	7094.84±61.14	1795.01±298.18	2664.05±93.46	9223.00±552.87	2709.88±17.34	3193.39±9.23	4283.94±68.1	4160.39±174.81
Phe	15.00±2.16	20.00±2.78	5.00±0.77	170.93±3.14	21.03±0.46	98.88±1.06	184.95±2.58	21.03±0.46	176.70±0.01	101.35±3.17	87.25±0.71	175.10±1.16	67.55±0.86	19.25±0.04	145.25±3.60
Trp	14.59±13.78	31.14±0.33	21.66±0.33	10.70±0.13	32±0.46	48.14±3.68	21±0.04	319.29±1.73	101.33±55.21	31.00±4.32	293.00±12.30	34.17±3.37	65.25±3.20	150.22±18.13	58.95±1.73
Lys	301.90±133.12	376.50±6.02	227.71±1.69	544.56±6.97	838±11.96	322.66±10.55	1042±6.55	5758.19±63.83	570.82±248.37	906.01±28.90	8492.15±577.26	818.66±5.32	908.10±6.07	3093.10±332.93	2266.52±90.11
Toplam	3237	3716	3362	10139	10474	5509	16115	54116	11029	13742	76626	12812	16373	39112	22455

Çizelge 4.15. Örneklerin FAA değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

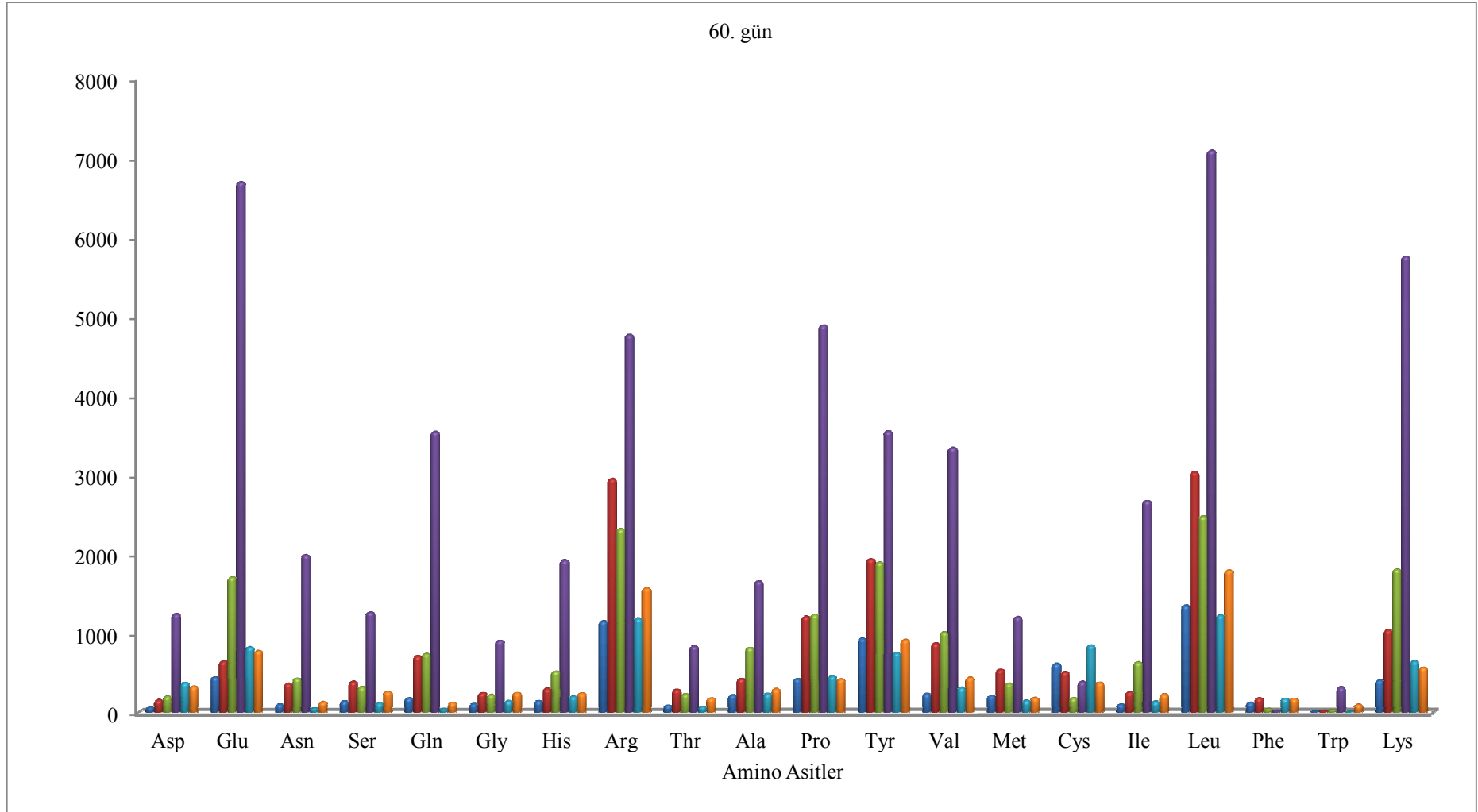
Amino Asitler	Varyasyon Kaynakları													
	Olgunlaşma Süresi (OS)		Sıcaklık (S)		Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)		OS × S		S × YKF		OS × YKF		OS × S × YKF	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
ASP	29.059	0.00	57.837	0.00	53.325	0.00	33.641	0.00	33.699	0.00	35.29	0.00	36.356	0.00
GLU	65.963	0.00	104.004	0.00	171.253	0.00	80.581	0.00	70.156	0.00	72.437	0.00	78.306	0.00
ASN	68.372	0.00	101.172	0.00	177.795	0.00	75.516	0.00	64.201	0.00	61.612	0.00	65.373	0.00
SER	36.045	0.00	68.707	0.00	88.644	0.00	46.876	0.00	29.345	0.00	40.113	0.00	43.531	0.00
GLN	65.245	0.00	93.177	0.00	166.158	0.00	70.265	0.00	66.709	0.00	58.591	0.00	62.649	0.00
GLY	138.501	0.00	254.603	0.00	245.009	0.00	155.157	0.00	116.908	0.00	145.392	0.00	154.738	0.00
HIS	16.721	0.00	24.39	0.00	45.275	0.00	19.41	0.00	15.033	0.00	17.244	0.00	17.942	0.00
ARG	18.078	0.00	19.477	0.00	29.938	0.00	26.06	0.00	6.008	0.06	17.851	0.00	18.666	0.00
THR	55.019	0.00	73.784	0.00	107.392	0.00	66.225	0.00	34.359	0.00	57.347	0.00	57.327	0.00
ALA	2.173	0.00	21.832	0.00	111.838	0.00	48.373	0.00	8.464	0,01	32.344	0.00	39.396	0.00
PRO	92.072	0.00	121.818	0.00	197.033	0.00	103.976	0.00	90.834	0.00	94.535	0.00	96.647	0.00
TYR	4.407	0.06	0.444	0.51	7.562	0.02	5.162	0.03	2.605	0,91	11.132	0.00	1.096	0.393
VAL	39.627	0.00	56.356	0.00	100.861	0.00	45.883	0.00	28.726	0.00	36.822	0.00	40.515	0.00
MET	18.721	0.00	31.066	0.00	34.239	0.00	22.72	0.00	20.102	0.00	20.133	0.00	18.443	0.00
CYS	2.111	0.104	0.048	0.828	0.209	0.813	3.034	0.033	1.343	0.276	2.758	0.21	2.387	0.40
ILE	2.353	0.00	36.868	0.00	67.033	0.00	27.822	0.00	22.638	0.00	25.558	0.00	25.893	0.00
LEU	26.462	0.00	34.8	0.00	44.725	0.00	27.96	0.00	11.077	0.00	21.702	0.00	23.191	0.00
PHE	5.861	0.01	6.259	0.018	7.302	0.03	19.072	0.00	5.927	0,07	23.738	0.00	12.026	0.00
TRP	9.367	0.00	23.27	0.00	19.702	0.00	12.583	0.00	4.812	0,15	14.365	0.00	11.402	0.00
LYS	14.905	0.00	27.138	0.00	45.667	0.00	17.647	0.00	15.221	0.00	17.471	0.00	14.896	0.00



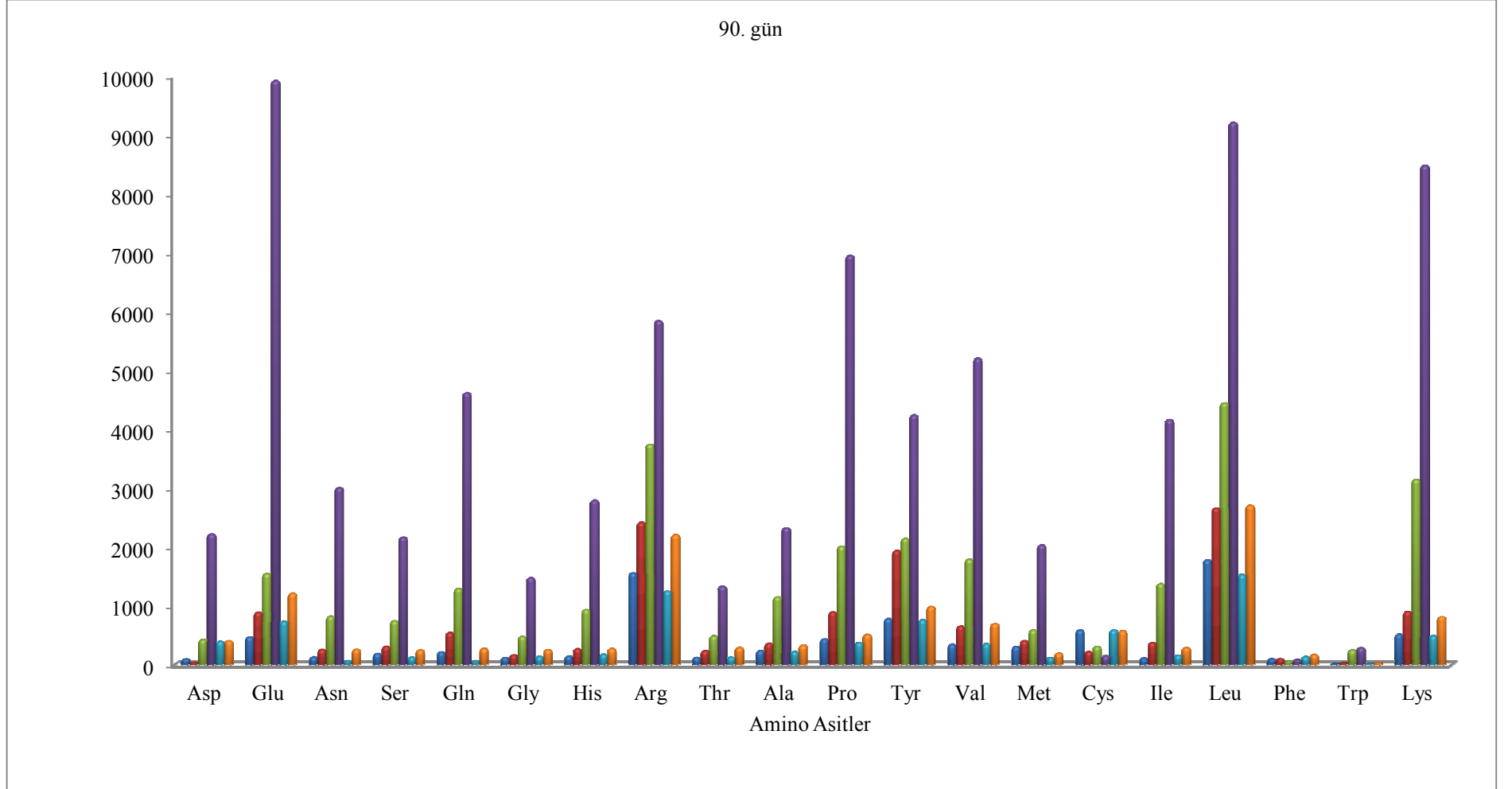
Şekil 4.8. Yardımcı kültürle üretilen Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 1. gününde oluşan serbest amino asit miktarları ■ A, ■ B, ■ C



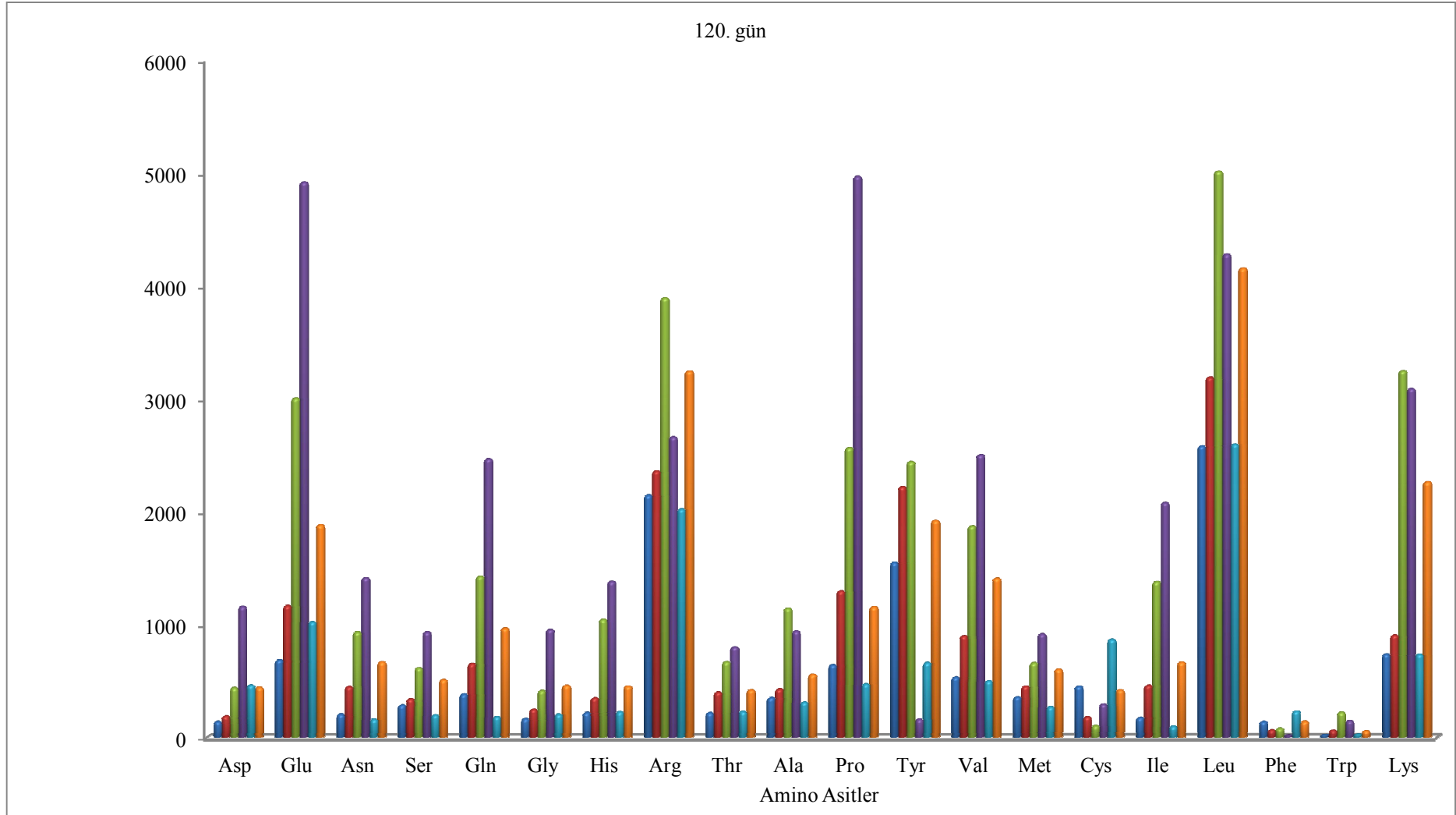
Şekil 4.9. Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 30. gününde oluşan serbest amino asit miktarları ■ A 6 °C, ■ A 12 °C, ■ B 6 °C, ■ B 12 °C, ■ C 6 °C, ■ C 12 °C



Şekil 4.10. Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 60. gününde oluşan serbest amino asit miktarları ■ A 6 °C, ■ A 12 °C, ■ B 6 °C, ■ B 12 °C, ■ C 6 °C, ■ C 12 °C



Şekil 4.11. Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 90. gününde oluşan serbest amino asit miktarları ■ A 6 °C, ■ A 12 °C, ■ B 6 °C, ■ B 12 °C, ■ C 6 °C, ■ C 12 °C



Şekil 4.12. Yardımcı kültürle üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin olgunlaşmanın 120. gününde oluşan serbest amino asit miktarları ■ A 6 °C, ■ A 12 °C, ■ B 6 °C, ■ B 12 °C, ■ C 6 °C, ■ C 12 °C

4.2.4. Peynirlerde urea-poliakriamid jel elektroforez (urea-PAGE) ve ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile saptanan proteoliz

Bu bölümde, suda çözünen ve çözünmeyen fraksiyonların sırasıyla, urea-PAGE ve RP-HPLC kromatografik analizlerinden elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

4.2.4.1. Peynirlerin urea-PAGE analizleri

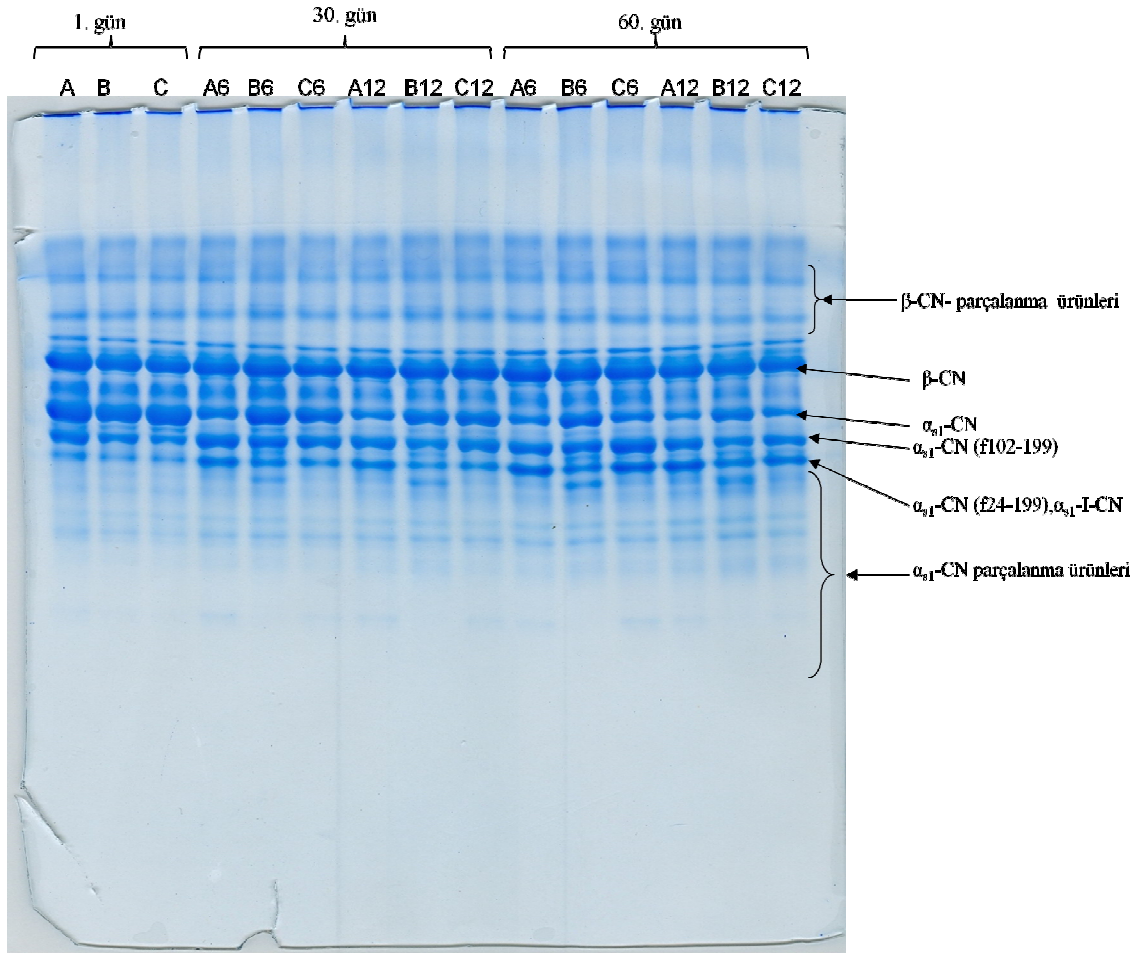
Peynirlerin suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektretogramları Şekil 4.13’de ve Şekil 4.14’de gösterilmiştir. Şekil 4.13’de, olgunlaşmanın 1., 30. ve 60. günlerindeki, Şekil 4.14’de ise olgunlaşmanın 90. ve 120. günlerinde peynirlerin suda çözünmeyen fraksiyonlarının elektroforeogramları gösterilmektedir.

α_{s1} -Kazein üç aşamada proteolitik hidrolizasyona uğramaktadır. Başlangıçta pıhtılaştırıcı enzimler, α_{s1} -kazeini Phe₂₃- Phe₂₄ bağlarından parçalayarak α_{s1} -kazein (f1-23) ve α_{s1} -kazein (f24-199) parçalamakta, ikinci olarak kalıntı pıhtılaştırıcı enzim, sütün doğal enzimleri ve bakteriyel enzimler tarafından α_{s1} -kazein (f24-199) orta ve küçük büyüklükte peptitlere hidrolize edilmekte ve son olarak, bakteriyel enzimler küçük peptitleri f1-23 dahil) amino asitlere parçalamaktadırlar (Yaşar 2007).

α_{s1} -Kazeinin parçalanması β -kazeine göre daha fazla olduğu ve olgunlaşmanın 90. gününden itibaren parçalanma düzeyinin arttığı görülmektedir. Tüm peynir örneklerinde β -kazeinin parçalanma ürünleri olgunlaşmanın 90. gününden itibaren artış göstermektedir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünleri B peynirlerinde daha belirgin olarak gözlenmektedir. B peynirlerindeki proteoliz düzeyinin yüksek olması nedeniyle α_{s1} -kazein fraksiyonları daha küçük molekül ağırlıklı peptitlere ve ileriki aşamada da serbest amino asitlere dönüşmüştür. Buda elektroforez profilinde farklı bant oluşumu ile izlenmektedir.

Depolama sıcaklığının proteoliz düzeyi üzerinde etkili olduğu RP-HPLC peptit analizleri ile de belirlenmiş olup 12 °C’de bu oranın daha yüksek olduğu saptanmıştır. Depolamanın 60. gününden itibaren peynir örneklerindeki parçalanma ürünlerinin 12 °C’de daha fazla olduğu ve bu artışın B peynirlerinde, A ve C peynirlerinden daha yüksek olduğu urea-PAGE elektroforeogramlarında belirlenmiştir. Yardımcı kültür olarak *Lb. helveticus* kullanılan B peynirlerindeki bu fark, seçilen yardımcı kültürün erken lize olması ve kazein hidrolizinde yer alan hücre içi enzimlerin ortaya çıkmasıyla ve yüksek sıcaklıkta daha etkin olmalarıyla açıklanabilmektedir.

α_{s1} -Kazein ve β -kazein fraksiyonları olgunlaşmanın 2. ayından itibaren belirgin bir şekilde azalma göstermektedir. Bu azalma α_{s1} -kazein de daha fazla olduğu saptanmıştır. Sihufe ve ark. (2010a) tarafından yapılan bir çalışmada 12 °C ve 18 °C’de olgunlaştırılan Reggiano Argentino peynirlerinin elektroforetik analizinde yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirlerde α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanma oranlarının daha yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir. Olgunlaşma sıcaklığı arttıkça, α_{s1} -kazein ve β -kazeinlerin parçalanmalarında artış olduğu, yapılan diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Folkertsma ve ark 1996, Fenelon ve ark. 1999, Ong ve Shah 2009).



Şekil 4.13. A, B ve C peynirlerinin 6 °C ve 12 °C’de suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektroforeogramları. 1., 30. ve 60. günler (CN: kazein)

Peynirlerin suda çözünmeyen fraksiyonlarının elektroforetik özellikleri genel olarak incelendiğinde, rennetle üretilen peynir çeşitlerinde de, çalışmamızda üretilen Beyaz peynir örnekleri gibi α_{s1} -kazein önemli oranda hidolize olurken, β -kazeinin hidrolize karşı direnç gösterildiği saptanmıştır. Urea-PAGE analizleri ile starter kültür farklılığının peynir

proteolizine etkisinin araştırıldığı bazı çalışmalarda, starterin veya yardımcı starterin etkisinin çok fazla olmadığı veya starterlerin etkisinin urea-PAGE elektroforeogramları ile belirlenemediği belirtilmiştir (Hayaloğlu 2003, Hannon ve ark. 2003, Pereira ve ark. 2008). Shakeel-Ur-Rehman ve ark. (1999), bazı *Lactococcus* suşları kullanarak ürettikleri Cheddar peynirlerinde, starter bakterilerin primer proteolizden çok sekonder proteoliz üzerine etki ettiklerini ve jel elektroforez bantlarında önemli bir farklılığın saptanamadığını belirtmişlerdir. Gonzalez ve ark. (2000), Muenster peynirinde olgunlaşmanın 90. gününde α_{s1} -kazeinin tamamen hidrolize olduğunu buna karşın β -kazeinin ise 180. günde % 40'nın hidrolize olduğunu belirlemişlerdir.

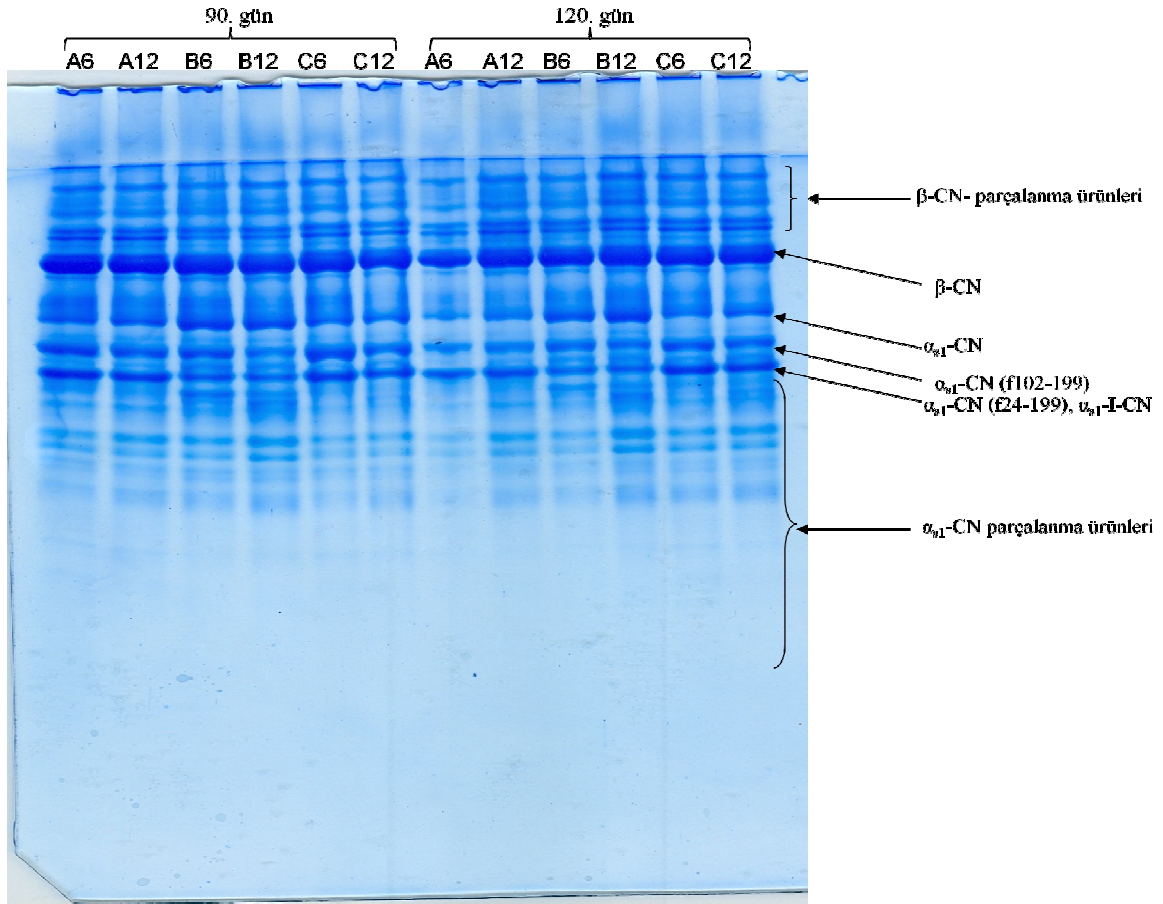
Watkinson ve ark. (2001), yarı sert peynirlerde pH arttıkça α_{s1} -kazeinin daha yavaş parçalandığını, β -kazeinin ise daha hızlı parçalandığını bildirmişlerdir. Her iki durum içinde pH'nın bu etkisinin depolama süresine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. α_{s1} -Kazeinin düşük pH'larda daha aktif olan kimozen tarafından parçalandığını, β -kazeinin ise yüksek pH'larda etkili olan plazmin enzimi tarafından parçalandığını belirtmişlerdir. Depolama süresince α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerinin sürekli arttığını bildirmişlerdir.

Beyaz peynirde suda çözünmeyen fraksiyonların urea-PAGE profillerinin inceleyen Tarakçı ve Tunçtürk (2008) farklı yardımcı kültür kullanımının parçalanma oranları üzerine etkili olduğunu açıklamışlardır.

Benzer bir çalışmada da *Lactococcus* cinsi bazı bakteri suşlarının peynirlerin urea-PAGE elektroforetogramlarının bakteriyel enzim aktivitesinin değişkenliğine bağlı olarak farklılıklar yarattığı açıklanmıştır (Kırmacı ve ark. 2011, Hayaloğlu ve ark. 2004).

Ong ve Shah (2009), yardımcı kültür olarak *Lb. casei* içeren ve iki farklı olgunlaşma sıcaklığında (4 °C ve 8 °C) depoladıkları Cheddar peynirlerinde, α_{s1} -kazeinin yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirlerde olgunlaşma süresi ilerledikçe bant yoğunluğunda azalmanın olduğunu ve daha fazla parçalandığını bildirmişlerdir.

Martinez-Cuesta ve ark. (2001), *Lb. casei* içeren Cheddar peynirlerinde, spesifik peptidaz aktiviteleri ile β -kazein (193-209) gibi acı peptitleri oluşturduklarını ve hidrofobik amino asit içeriğinin de yüksek olduğunu bildirmişlerdir.



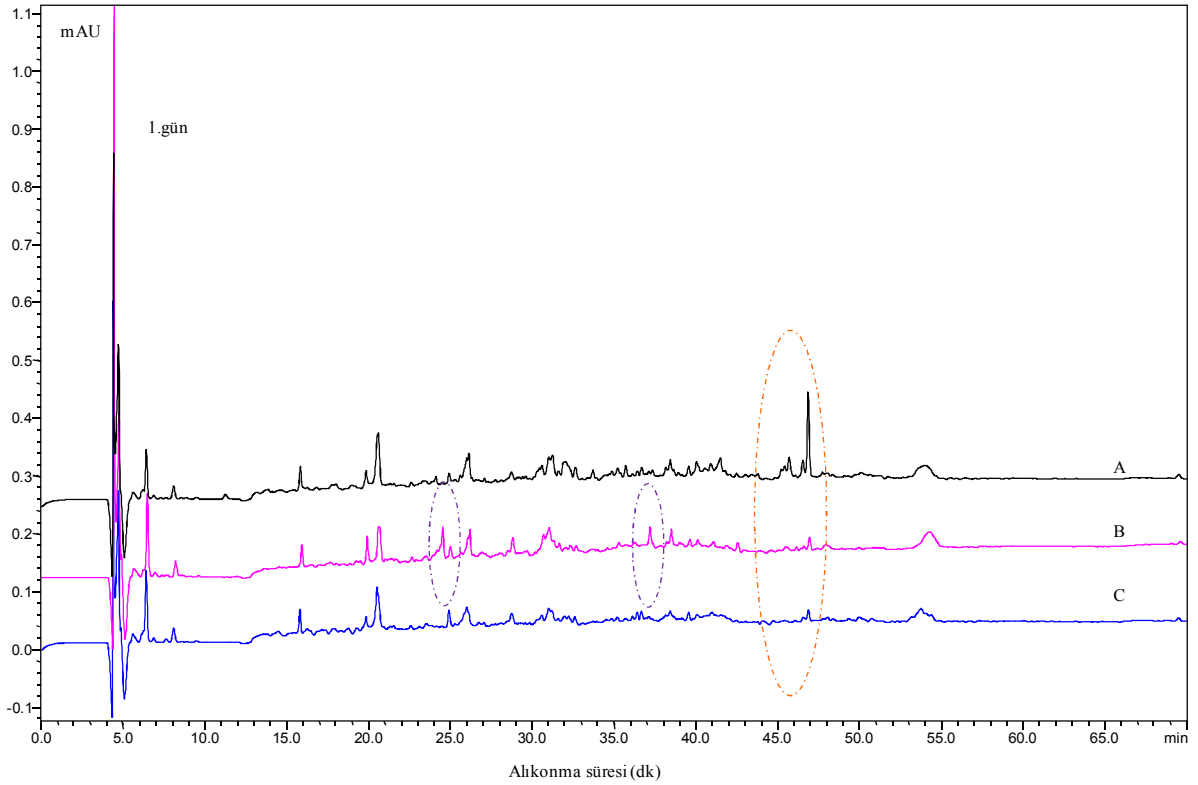
Şekil 4.14. A, B ve C peynirlerinin 6 °C ve 12 °C’de suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE elektroforetogramları. 90. ve 120. günler (CN: kazein)

4.2.4.2. Peynirlerde ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile belirlenen peptit profilleri

RP-HPLC tekniği, peynirde olgunlaşma sürecinde meydana gelen proteolizi belirlemede başvurulan en yaygın ve en önemli yöntemlerden biridir. Peynirlerin suda çözünen ekstraktlarının RP-HPLC kromatogramları farklı molekül ağırlıklarındaki peptitlerin dizilimini gösterdiği (McSweeney ve Fox 1997) ve peynirlerin peptit konsantrasyonları arasındaki farklılığı belirgin bir şekilde ortaya koyduğu bildirilmektedir (Law ve ark. 1992). Peynirdeki peptitlerin RP-HPLC tekniği ile ayırma mekanizması, çözülmüş moleküllerin ters adsorbsiyon/desorbsiyon prensibine dayanmakta olup, sabit fazın hidrofobiklik derecesine göre değiştiğinden, daha az hidrofobik olan moleküller (hidrofilik peptitler) ilk önce pik verecek, bunları hidrofobik özellikleri artan peptitler izleyecektir (Pripp ve ark. 1999). Farklı

sıcaklıklarda 120 gün olgunlaştırılan peynirlerin suda çözünen fraksiyonlarının RP-HPLC peptit profilleri belirlenmiş ve bunların olgunlaşma süresindeki değişimleri incelenmiştir.

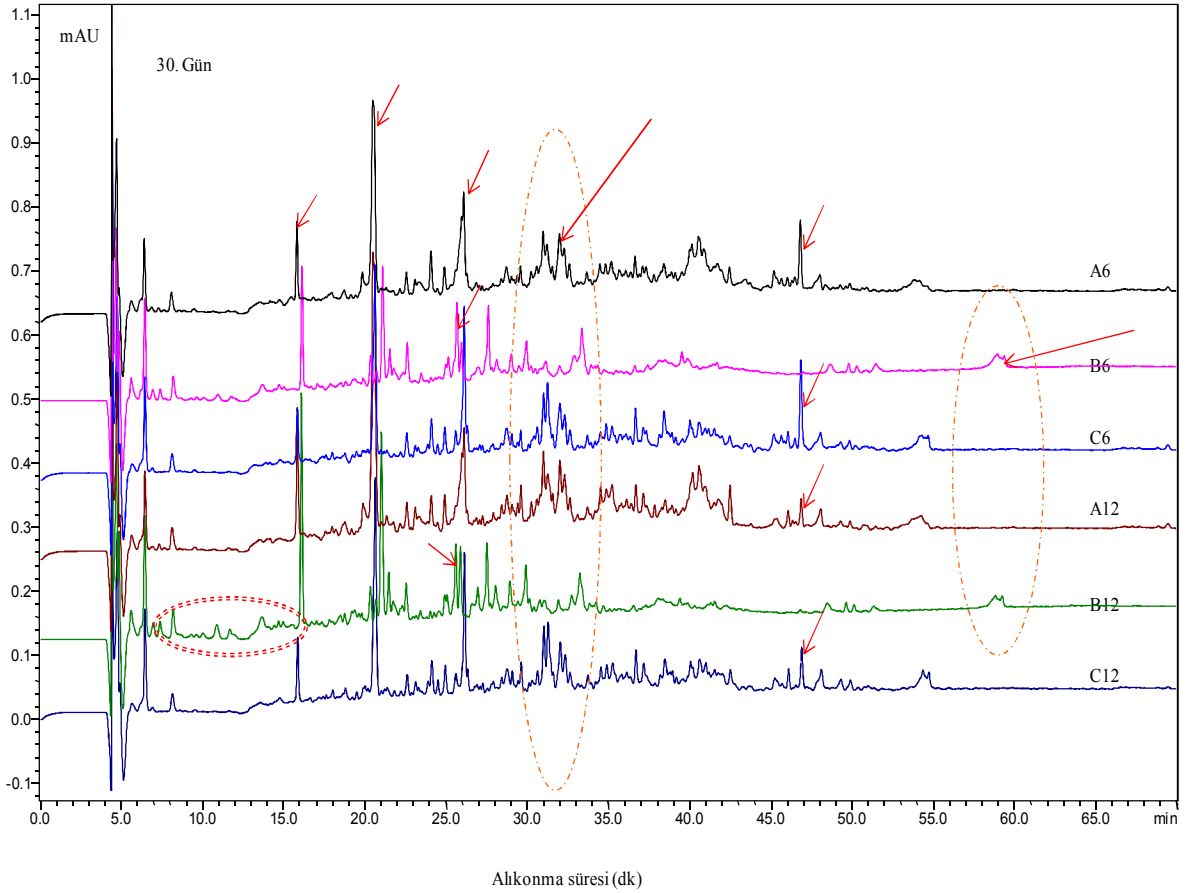
Peynirlerin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşma süresi ve sıcaklık farkına bağlı olarak değişen RP-HPLC kromatogramları Şekil 4.15-4.24 'de verilmiştir. Şekillerde görüldüğü gibi olgunlaşma süresi ilerledikçe, kromatogramlarda görülen piklerin yüksekliğinde artış olmaktadır.



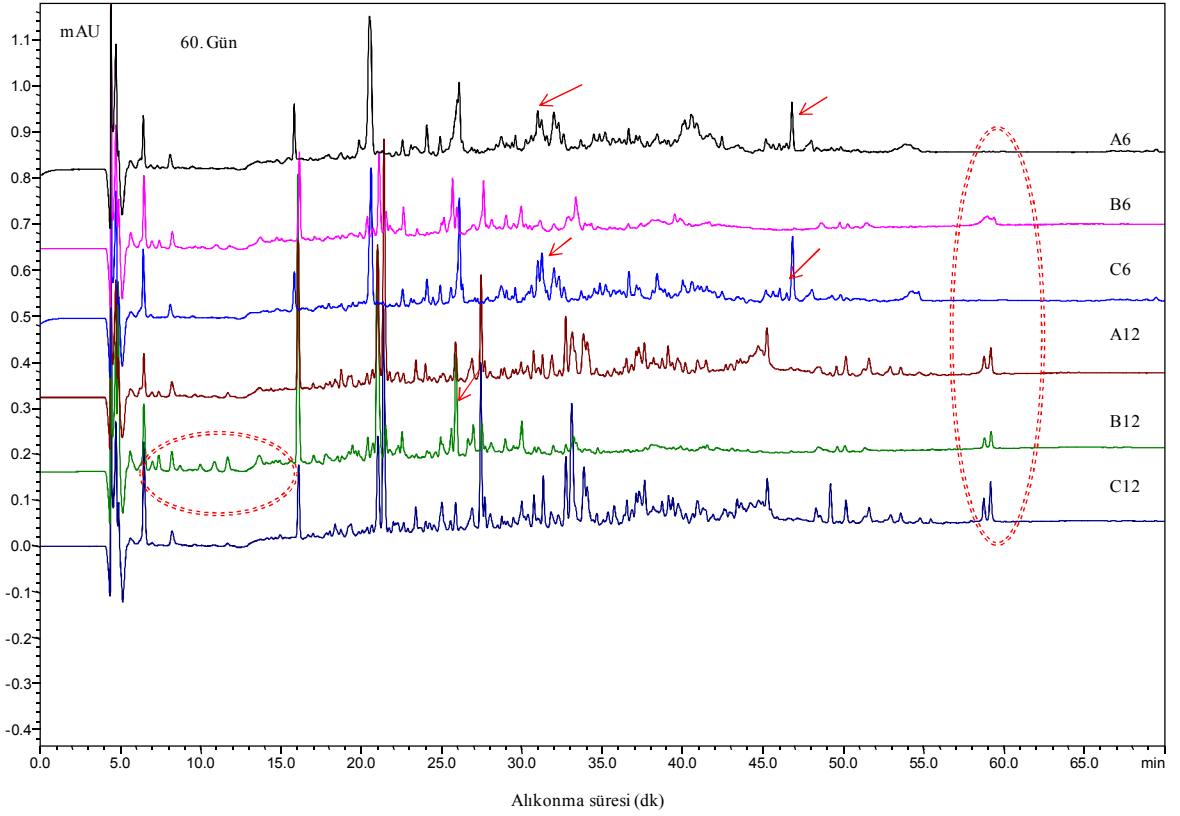
Şekil 4.15. A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1. günündeki RP-HPLC peptit profilleri

Olgunlaşmanın ilk gününde A peynirlerinde ve 30. gününde ise hem A hem de C peynirlerinde alıkonma zamanının 47. dakikasında görülen pikin B peynirlerinde olmadığı belirlenmiştir. Fakat olgunlaşmanın ileriki dönemlerinde mevcut pik varlığının konsantrasyonunda azalma olduğu ve serbest amino asit oluşumuna bağlı olarak pikin kaybolduğu gözlenmiştir. Alıkonma süresinin 19. dakikasında görülen pikin B peynirlerinde daha yüksek konsantrasyonda olduğu görülmektedir. Alıkonma sürelerinin 24. ve 37. dakikalarında görülen piklerin sadece B peynirinde olduğu gözlenmiştir.

Olgunlaşmanın 30. gününe bakıldığında alıkonma süresinin başlangıcında B peynirlerinde A ve C peynirlerinden farklı peptit profilinin olduğu dikkati çekmektedir. Olgunlaşma aşamalarında ilk 20 dakikalık alıkonma süresinde B peynirlerindeki peptit konsantrasyonunun A ve C peynirlerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Yine alıkonma süresinin 29. ve 33. dakikalarında ise 6 °C’de ve 12 °C’de olgunlaştırılan B peynirlerinde farklı iki peptit varlığı gözlenmiştir. Bunun da B peynirine spesifik olduğu A ve C peynirlerinde belirlenemediği saptanmıştır.

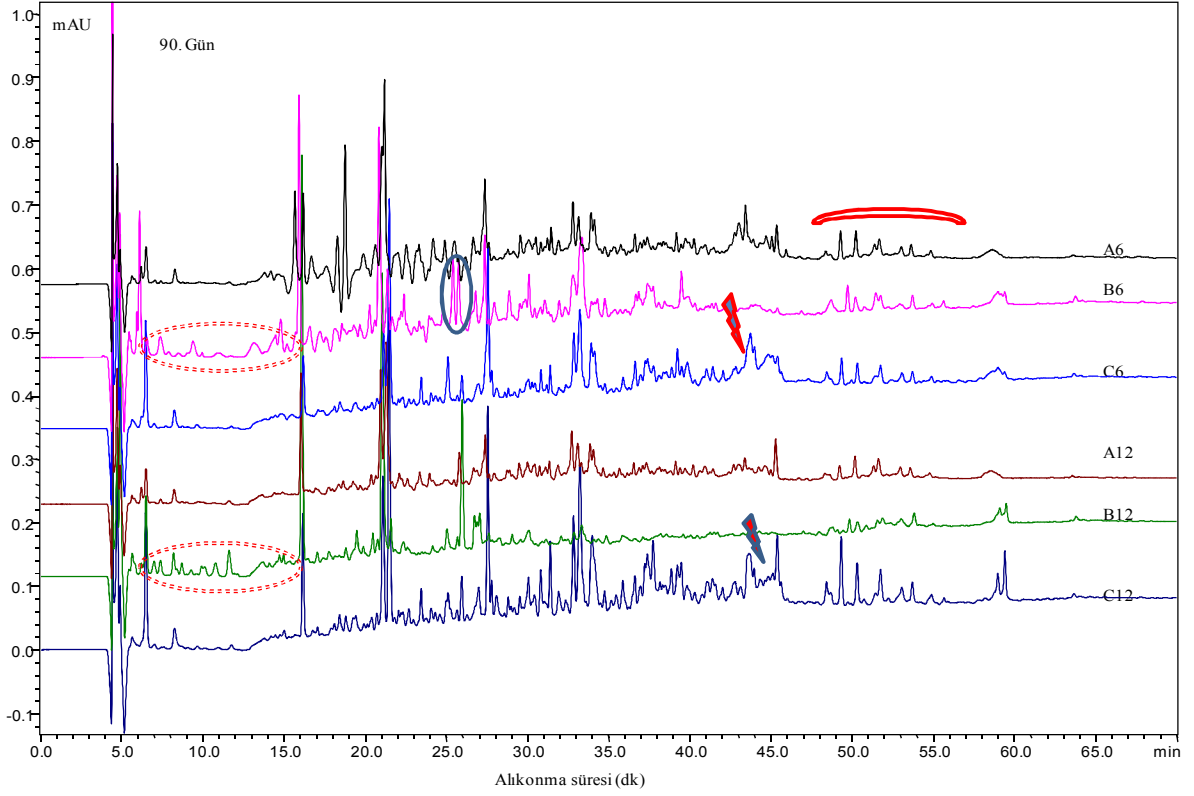


Şekil 4.16. A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 30. gününde 6 °C ve 12 °C’deki RP-HPLC peptit profilleri

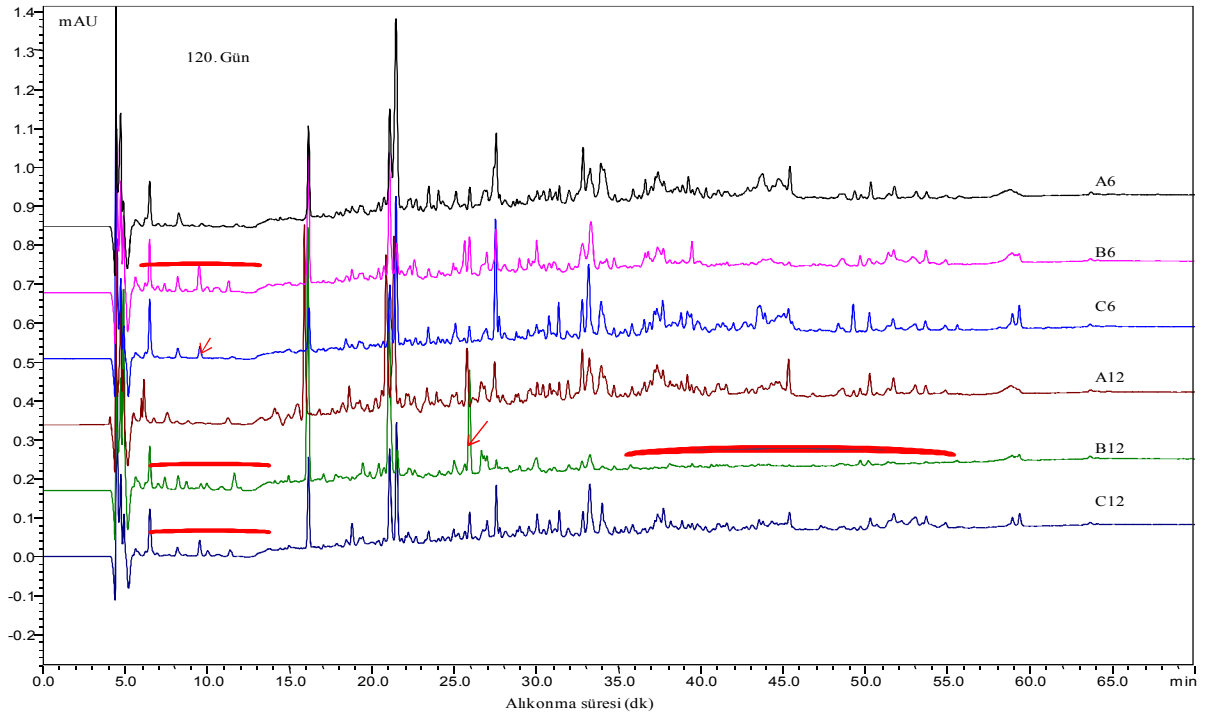


Şekil 4.17. A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 60. gününde 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri

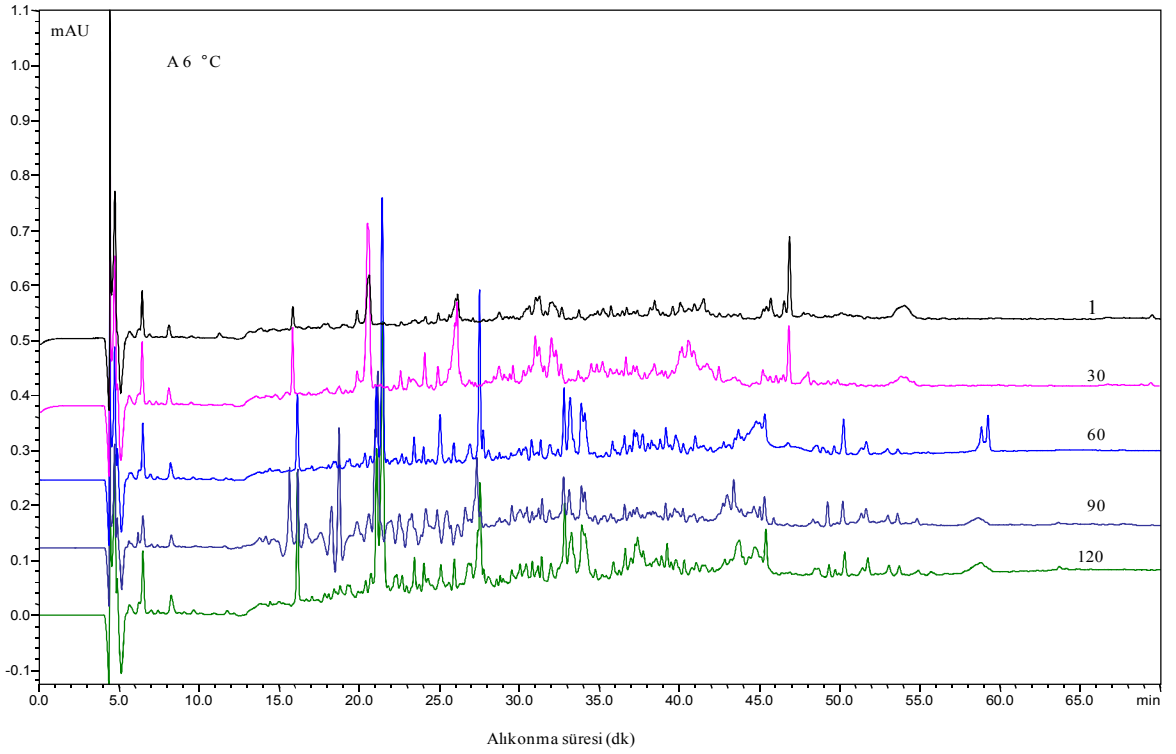
Olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren alıkonma süresinin 35. ve 40. dakikaları arasındaki peptit konsantrasyonunun 6 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerinin 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren alıkonma süresinin 50. ve 55. dakikaları arasında A, B ve C peynirlerinde yeni peptit varlığı gözlenirken B peynirlerinde sözkonusu peptitlerin konsantrasyonunun daha az olduğu belirlenmiştir. Alıkonma süresinin 59. ve 60. dakikalarında gözlenen piklerin 12 °C'de olgunlaştırılan A ve 6 °C'de olgunlaştırılan A ve B peynirlerinde olgunlaşmanın 60. gününden sonra azaldığı, 12 °C'de olgunlaştırılan B ve C peynirlerinde ise olgunlaşmanın 120. gününde azaldığı belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 90. gününden itibaren alıkonma süresinin 22. dakikasında iki adet pik varlığı gözlenmiş ve görülen piklerden birinin A ve C peynirlerinde B peynirlerine göre daha yüksek konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.18. A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 90. gününde 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



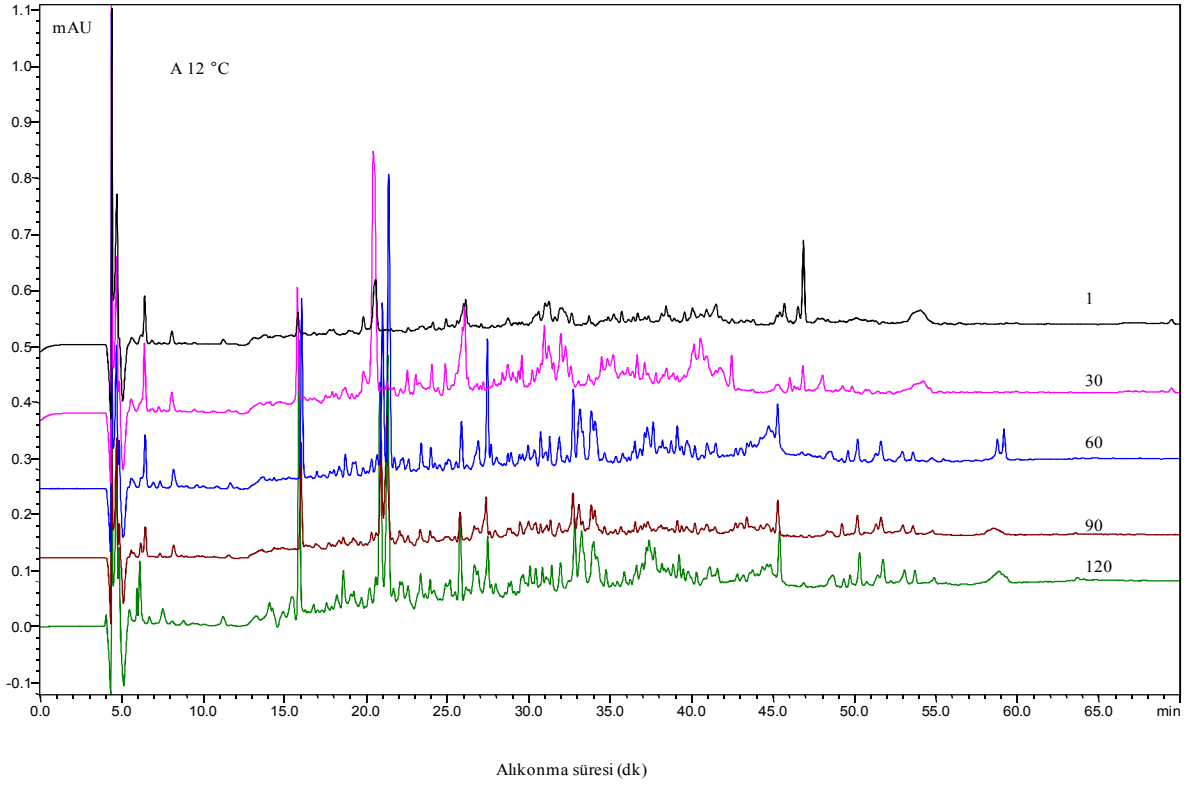
Şekil 4.19 A, B ve C peynirlerinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 120. günündeki 6 °C ve 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



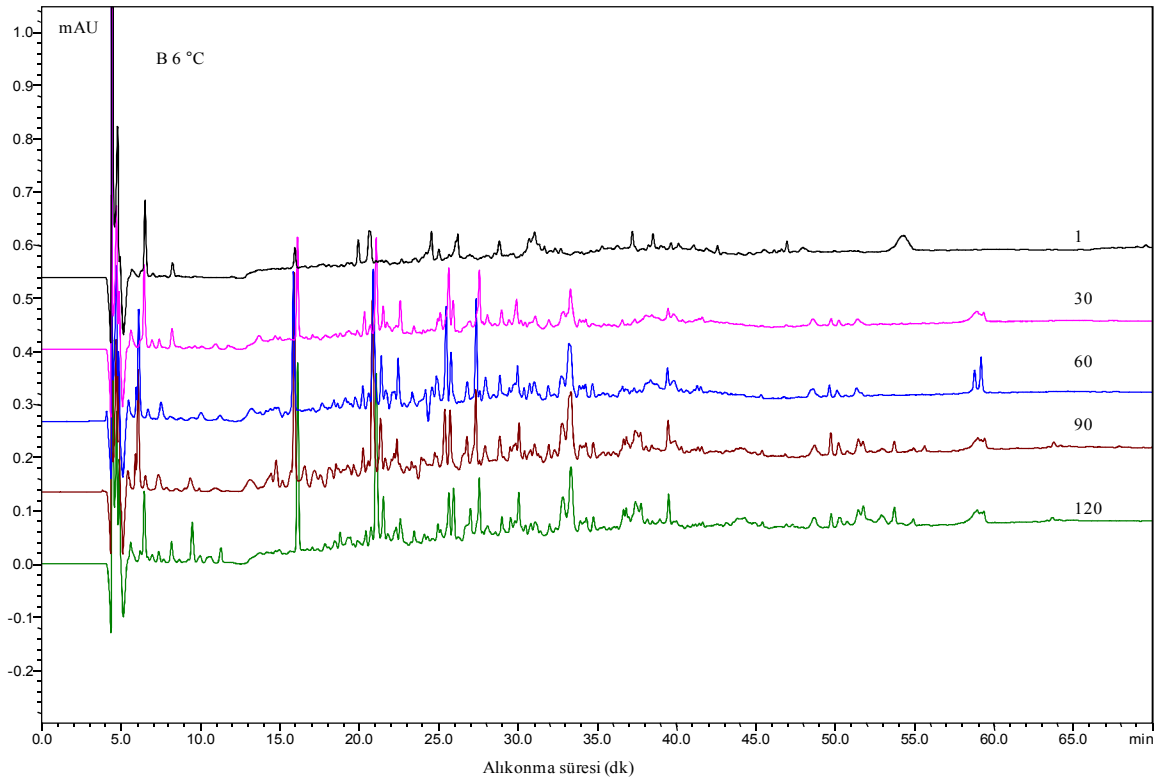
Şekil 4.20. A peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri

Alıkonma süresinin 26. dakikasında B peynirlerinde, 30. günden sonra A ve C peynirlerinden farklı pik varlığı gözlenmiştir. 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerinin alıkonma sürelerinin 16. ve 22. dakikalarındaki peptit konsantrasyonu, 12 °C'de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinden fazla olduğu gözlenmiştir. 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerinin alıkonma süresinin 35. ve 47. dakikaları arasında kromotogramların daha düz ilerlediği ve peptit varlığının azaldığı belirlenmiştir. 12 °C'de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinin peptit profillerinin benzerlik gösterdiği fakat B peynirleri ile oldukça farklı peptit profiline sahip oldukları saptanmıştır.

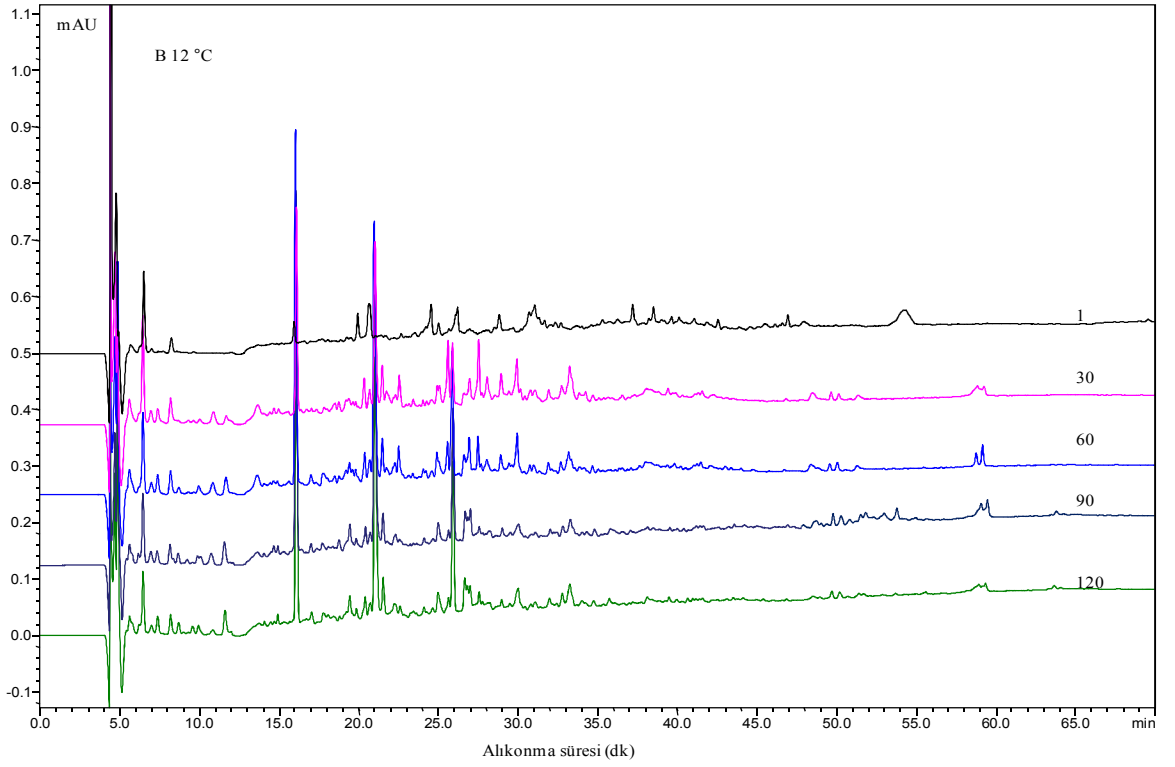
12 °C'de olgunlaştırılan peynirlerde peptit konsantrasyonu fazla olmamakla beraber daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Alıkonma süresinin 35. ve 40. dakikaları arasında 6 °C'de olgunlaştırılan B peynirindeki peptit konsantrasyonu 12 °C'de olgunlaştırılan peynirlere göre daha fazla olduğu saptanmıştır.



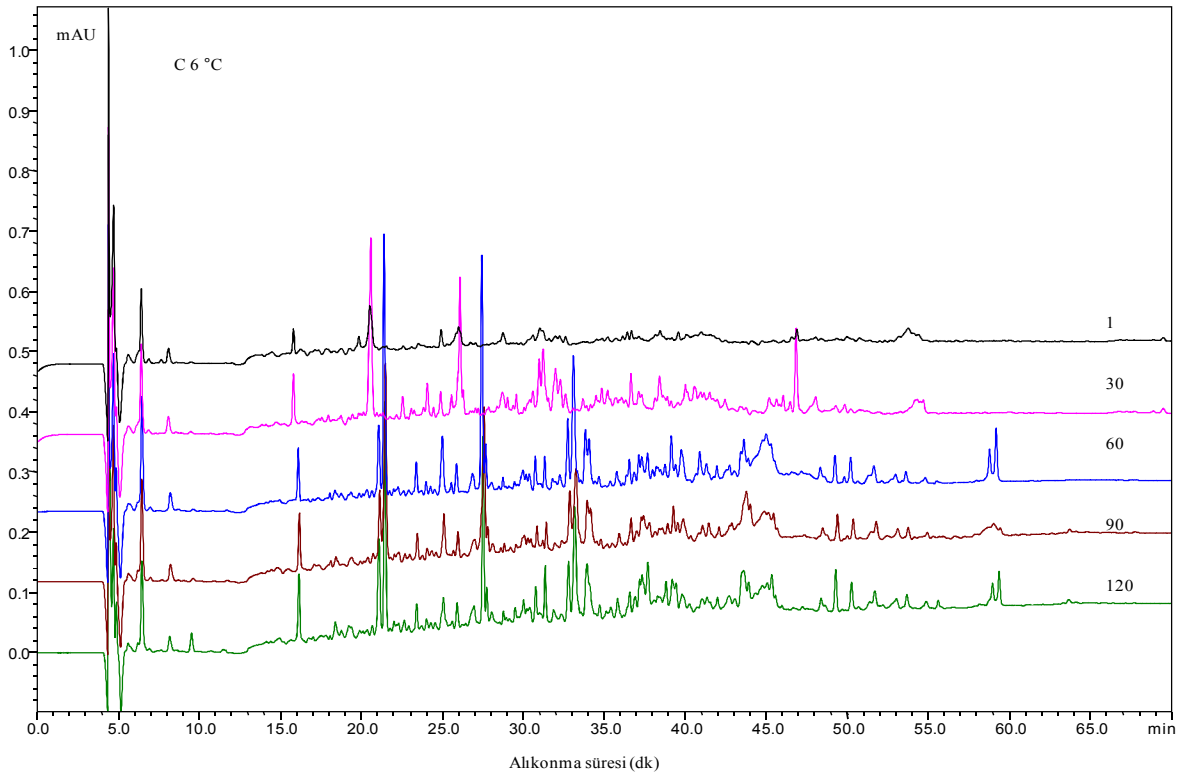
Şekil 4.21. A peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



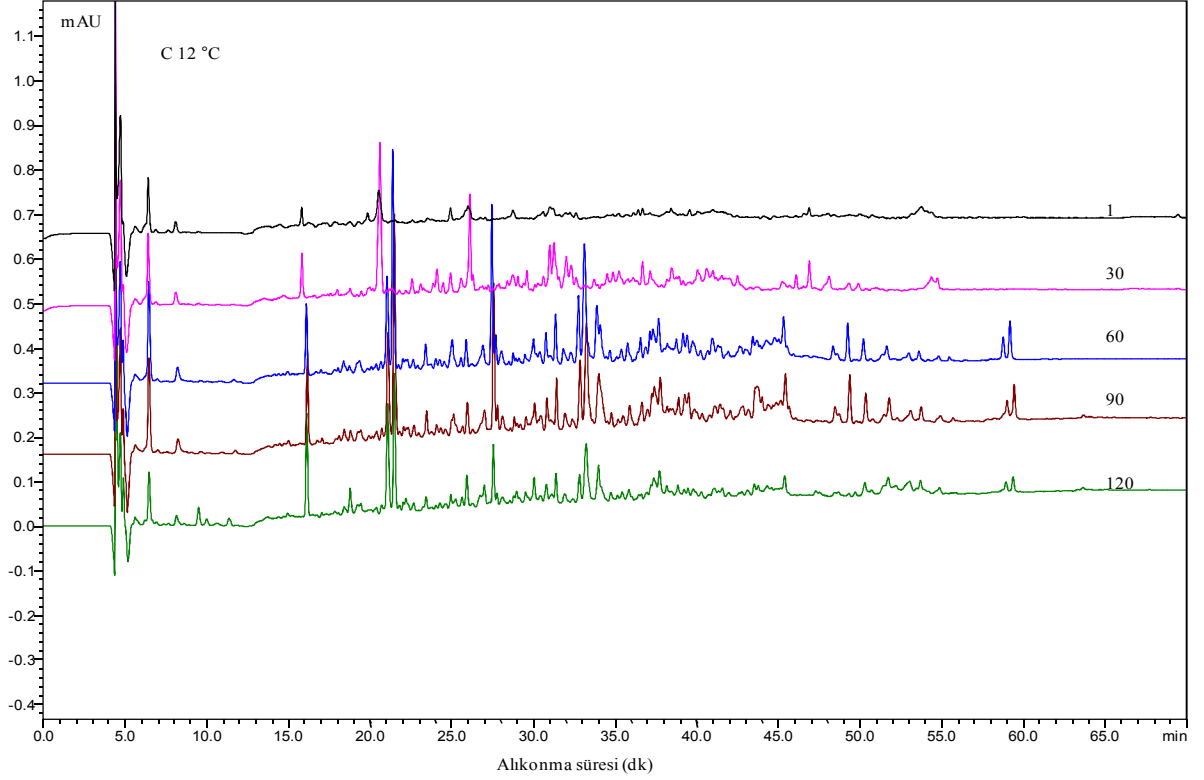
Şekil 4.22. B peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



Şekil 4.23. B peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



Şekil 4.24. C peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 6 °C'deki RP-HPLC peptit profilleri



Şekil 4.25. C peynirinin suda çözünen fraksiyonlarının olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde 12 °C’deki RP-HPLC peptit profilleri

Olgunlaşmanın 120. gününde alıkonma süresinin 50. ve 55. dakikaları arasında konsantrasyonda meydana gelen azalma hidrofilik peptitlerin hidrolizine bağlı olarak serbest amino asitlerin ve kısa zincirli peptitlerin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Laktik asit bakterilerinin lize olmasıyla açığa çıkan enzimlerle büyük hidrofobik peptitler, daha küçük molekül ağırlığına sahip hidrofobik peptitlere hidrolize olmaktadır (Kunji ve ark. 1996). Starter bakterilerin lize olma derecesi ve peptitazların aktivitesi bakteri türleri arasında çeşitlilik göstermektedir.

120 günlük olgunlaşma süresince kromatogramlar incelendiğinde, alıkonma sürelerinde peptit konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin yardımcı kültür kullanımının ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının peptit oluşumu üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma süresince peptit konsantrasyonunda artış meydana geldiği yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir (Hayaloğlu ve ark. 2004, Topçu ve Saldamlı 2006). Alıkonma süresinin 40. dakikasından (hidrofobik bölge) sonra oluşan peptitler acı peptitler olduğu düşünülmektedir. β -Kazeinin rennet ve starter kültür proteinazlarıyla açığa çıkan 193-209 amino asit dizisini içeren bölgesi çok acı bir tada sahiptir (Boradent ve ark. 1998, Sing ve ark. 2003). Acı tat

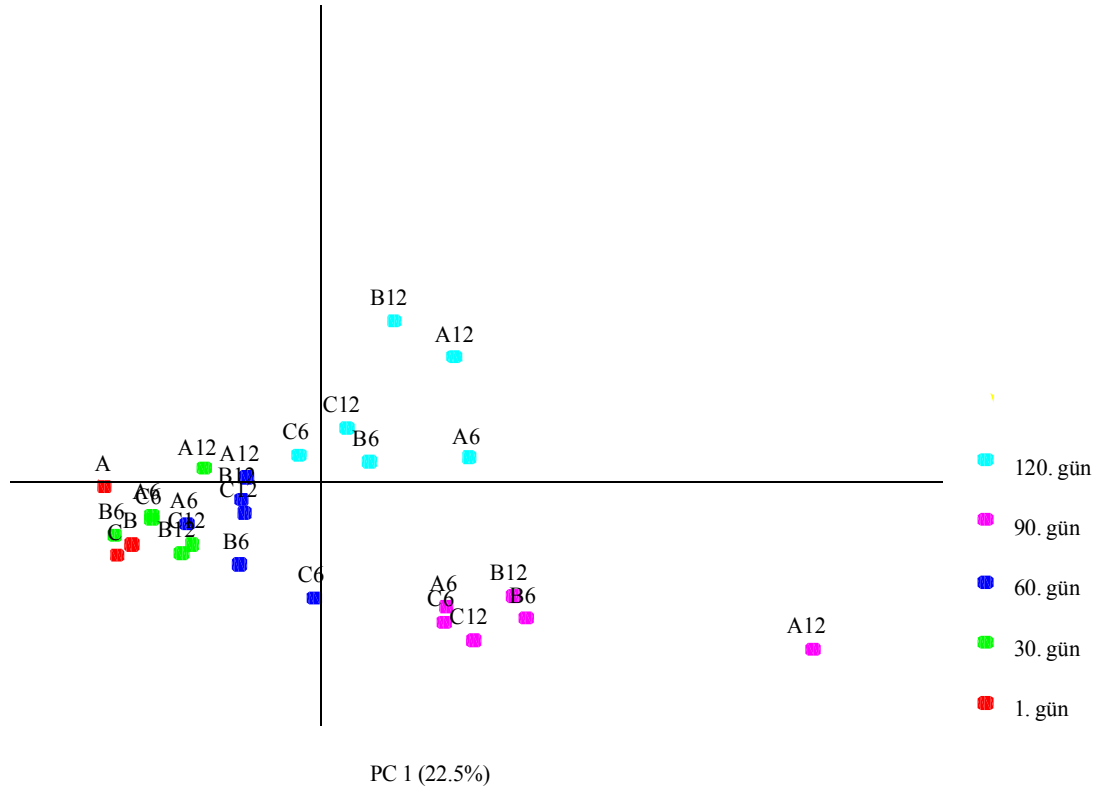
oluşumu Beyaz peynirde çok fazla istenen bir durum değildir. Peynirde hidrofilik, hidrofobik peptitlerin oluşumu ve konsantrasyonları starter kültürlerin proteolitik enzim sistemlerine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Kırmacı ve ark. 2011). SÇA'da çözünen fraksiyonların starter ve yardımcı kültür bakterilerinin sahip olduğu farklı türdeki enzimlerden etkilendiği ve proteolitik suşların daha yüksek konsantrasyonda peptit oluşturduğu ve toplam amino asit konsantrasyonlarında da farklılıklar olması peynirlerde peptitlerin farklı oranlarda parçalanabileceğini göstermektedir. B peynirlerinde olgunlaşmanın ilerlemesiyle peptit konsantrasyonunda meydana gelen artış diğer peynirlerden daha düşüktür. Bu farklılık starter peptidazlarının aktivitesi ile, peptitlerin parçalanması ve amino asit konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmaktadır. A, B ve C peynirlerinde farklı alıkonma sürelerinde, farklı konsantrasyonlarda peptit oluşumunun starter kültür farklılığından olduğu açıkça söylenebilir.

4.3. Peynirlerin GS-MS ile belirlenen aroma profilleri

Olgunlaşma süresince peynirlerin uçucu aroma profilinde meydana gelen değişimler, GC-MS tekniği ile belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde 1, 30, 60, 90 ve 120. günlerde aroma bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan analiz sonucunda alkoller (21), aldehitler (5), ketonlar (13), esterler (12), asitler (4) ve çeşitli bileşikler (9) olmak üzere toplam 64 aroma bileşiği belirlenmiştir. Aroma profiline ait değerler Çizelge 4.16' da verilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizlerde (PCA), peynirler verdikleri aroma profillerine göre gruplandırılmışlardır (Şekil 4.26). Buna göre, olgunlaşmanın ilk dönemlerinde (1-30. günler) peynirlerin aynı grupta yer aldığı, olgunlaşmanın ilerlemesi ile aroma profilinde ayrımlar olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde A, B ve C peynirler arasında söz konusu uçucu bileşiklerin miktar ve çeşidi bakımından gösterdikleri benzerliklere paralel olarak PCA grafiği üzerinde yakın yerlerde lokalize olmuşlardır. Peynirler arasında 12 °C'de olgunlaştırılan A peynirlerinin farklı bir yerde konumlandığı belirlenmiştir.

Olgunlaşmanın 120. gününde ise, her iki olgunlaşma sıcaklıklarında depolanan A, B ve C peynirlerinin kendilerine özgü uçucu aroma bileşiklerine sahip olduğu belirlenmiş olup, olgunlaşma sıcaklıklarının aroma profili üzerinde etkili olduğu ve farklı depolama sıcaklıklarındaki peynirler arasında da ayrımın gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.26. A, B, ve C peynirinin olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde aroma profillerinin PCA grafiği

4.3.1. Alkoller

Peynirde alkoller; laktoz metabolizması, metil ketonların indirgenmesi, amino asit metabolizması ve linoleik veya linolenik asidin parçalanması gibi farklı metabolik yollarla oluşabilmektedir (Collins ve ark. 2003). Genel olarak peynirde, karbonhidrat metabolizması sonucu primer alkoller, amino asit metabolizması ile dallanmış zincirli alkoller ve aromatik alkoller, yağ asitleri katabolizması ile de sekonder ve doymamış alkoller meydana gelmektedir (Hayaloğlu ve ark. 2011b).

Dört karbonlu alkollerden biri olan 2,3-bütandiol fermente süt ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda bulunabilir ve sitrat metabolizması sonucu oluşan önemli aroma bileşiklerinden biridir (McSweeney ve Sousa 2000).

Yapılan çalışmamızda, alkol bileşikleri arasında en yüksek konsantrasyonda saptanan bileşik, 6 °C’de olgunlaştırılan A, B ve C peynirlerinde etil alkol, 12 °C’de olgunlaştırılan A, B ve C

Çizelge 4.16. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkoller µg/100 g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	1.gün			30.gün			60.gün		
	Alkoller			A	B	C	A	B	C	A	B	C
MS, RI	2-Propanol	933	6	0.49±0.07	1.38±1.85	0.86±0.41		0.13±0.18	0.21±0.44	0.18±0.25	TE	TE
		921	12				2.07±0.92	0.18±0.26	0.65±0.24	0.01±1.43	0.52±.35	TE
MS, RI, STD	Ethanol	937	6	6.11±6.74	8.18±10.73	6.52±1.40	2.61±2.07	1.58±0.08	1.62±2.83	6.85±7.63	23.51±29.62	18.61±22.13
		925	12				15.53±18.55	4.47±0.12	18.89±24.34	17.44±24.66	26.17±34.84	10.01±12.22
MS, RI, STD	2-butanol	1026	6	1.75±1.75	TE	TE	0.70±0.65	TE	TE	0.22±0.31	TE	TE
		1038	12				3.90±5.51	TE	TE	2.11±2.99	TE	TE
MS, RI	1-propanol	1038	6	TE	TE	TE	TE	TE	2.99±4.23	1.46±2.07	4.24±4.96	3.87±5.47
		1037	12				TE	TE	TE	2.88±4.07	TE	2.25±3.19
MS, RI	2-Methyl 1-propanol,	1092	6	11.14±1.42	0.62±0.59	0.57±0.07	0.65±0.76	0.29±0.07	0.24±0.32	0.76±0.90	2.25±2.63	2.01±2.09
		1094	12				2.83±4.01	0.83±0.10	1.20±1.30	3.68±5.21	4.85±6.33	1.14±1.62
MS, RI	2-Pentanol	1119	6	0.25±0.26	0.16±0.24	0.07±0.10	0.04±0.05	TE	TE	0.63±0.89	1.00±0.58	1.52±1.34
		1138	12				11.01±15.25	0.20±0.08	0.37±0.33	12.51±14.03	3.17±1.20	2.08±0.23
MS, RI	1-Methoxy-2-propanol	1130	6	0.18±0.16	0.06±0.06	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
		1160	12				TE	TE	0.23±0.20	TE	TE	TE
MS, RI	1-butanol	1144	6	0.20±0.11	0.60±0.72	0.52±0.37	0.10±0.05	0.11±0.04	0.08±0.09		0.37±0.52	0.17±0.24
		1150	12				6.86±9.54	0.09±0.12	0.34±0.33	9.90±14.00	0.10±0.15	
MS, RI	2-hexanol		6	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
			12				0.09±0.13	0.09±0.05	TE	TE	TE	TE
MS, RI	3-Methyl-1-butanol	1207	6	18.63±29.40	5.57±5.94	5.22±1.96	11.06±12.59	3.04±2.49	0.95±2.66	6.87±8.19	14.17±20.04	12.00±11.93
		1211	12				23.91±30.24	7.00±0.21	10.92±11.28	24.22±30.30	23.43±24.02	8.61±7.14
MS, RI	3-buten-1-ol,3-methyl	1249	6	0.32±0.55	0.29±0.25	1.38±0.57	0.25±0.36	0.51±0.11	0.35±0.91	0.20±0.29	0.93±1.32	2.09±0.82
		1250	12				0.72±0.74	0.77±0.51	2.00±2.15	0.75±0.75	0.59±0.32	0.67±0.32
MS, RI, STD	1-Pentanol	1251	6	0.42±0.49	0.13±0.23	TE	0.17±0.24	TE	TE	0.10±0.15	TE	TE
		1255	12				0.10±0.14	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	3-Methyl- 2-buten-1-ol	1321	6	0.05±0.08	TE	0.54±0.29	0.04±0.06	0.34±0.48	0.09±0.37	TE	0.69±0.80	1.52±2.15
		1323	12					0.17±0.24	TE	TE	TE	TE
MS, RI	2-Heptanol	1320	6	0.74±0.39	0.22±0.21	0.34±0.49	0.05±0.07	TE	TE	0.69±0.98	1.55±0.88	TE
		1310	12				2.36±2.52	0.26±0.10	0.51±0.28	2.90±1.51	2.97±0.31	1.68±0.16
MS, RI, STD	1-Hexanol	1355	6	0.15±0.26	TE	TE	TE	0.60±0.84	TE	0.29±0.40	3.75±5.31	0.64±0.91
		1356	12				5.27±7.46	0.08±0.11	TE	10.87±15.37	2.89±1.64	0.27±0.05
MS, RI	2-3 Butenodiol	1576	6	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.14±0.20	TE
		1580	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	2-Ethyl-1-Hexanol	1490	6	0.28±0.26	0.36±0.34	0.86±1.22	0.20±0.28	0.34±0.03	0.31±0.20	0.31±0.08	0.69±0.51	0.84±0.17
		1484	12				0.52±0.22	0.62±0.61	0.16±0.23	0.45±0.04	0.34±0.04	0.31±0.09
MS, RI	2-nonanol	1518	6	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.15±0.21		0.31±0.43
		1528	12				TE	TE	TE	0.19±0.27	0.24±0.07	0.17±0.04
MS, RI	3-Methyl 2-heptanol	1559	6	TE	0.01±0.02	0.07±0.10	0.02±0.03	TE	TE	TE	TE	TE
		1545	12					TE	TE	TE	TE	TE

RI: Retention Index (Alıkonma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinde saptanan alkoller $\mu\text{g}/100\text{ g}$ peynir

Peynirler									
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	90.gün			120.gün		
	Alkoller			A	B	C	A	B	C
MS, RI	2-Propanol	933	6	TE	0.39±0.78	TE	TE	TE	TE
		921	12	TE	TE	TE	0.51±0.64	0.64±0.77	0.42±0.58
MS, RI, STD	Ethanol	937	6	33.59±27.22	48.40±41.32	42.41±44.87	76.97±85.11	18.26±20.79	25.39±22.50
		925	12	81.61±82.10	61.50±47.91	29.21±25.31	32.88±30.93	24.22±21.97	20.55±26.04
MS, RI, STD	2-butanol	1026	6	TE	TE	TE	2.31±0.91	0.97±1.45	0.43±0.51
		1038	12	0.18±0.36	TE	TE	1.53±1.98	0.84±0.97	0.56±0.68
MS, RI	2-Methyl-1-propanol	1092	6	TE	TE	TE	4.70±6.13	1.15±1.70	1.41±0.96
		1094	12	0.36±0.42	0.39±0.45	TE	4.65±5.83	4.83±4.25	2.25±3.03
MS, RI	2-Pentanol	1119	6	0.53±0.60	0.46±.32	0.18±0.23	14.74±14.40	11.97±10.06	3.72±2.73
		1138	12	9.34±6.88	3.77±1.09	3.61±2.89	35.05±22.40	39.19±33.16	6.39±3.26
MS, RI	1-butanol	1144	6	TE	TE	TE	TE	0.08±0.11	0.26±0.11
		1150	12	18.18±21.17	0.46±.55	TE	1.04±1.30	0.29±0.11	0.69±0.46
MS, RI	2-hexanol		6	TE	TE	TE	2.36±4.72	0.26±0.36	TE
			12	TE	TE	TE	0.58±0.48	1.43±1.32	TE
MS, RI	3-Methyl-1-butanol,	1207	6	4.91±7.50	2.23±1.65	0.53±0.48	82.75±85.89	16.39±11.22	7.41±4.00
		1211	12	5.13±5.18	5.31±3.69	1.82±1.46	38.13±38.68	34.65±12.12	16.69±14.79
MS, RI	3-methyl -3-buten-1-ol	1249	6	TE	TE	0.18±.37	TE	0.29±0.59	0.87±0.47
		1250	12	TE	0.41±0.48	1.03±0.34	TE	0.44±0.51	1.17±0.79
MS, RI, STD	2-Heptanol	1320	6	0.07±0.13	2.08±2.68	1.33±2.05	17.28±8.92	13.07±11.88	5.14±4.78
		1310	12	6.06±6.82	2.84±0.61	5.11±5.53	8.21±9.59	44.97±42.30	5.13±4.47
MS, RI, STD	1-Hexanol	1355	6	TE	TE	0.07±0.13	0.05±0.10	0.79±1.11	0.29±0.18
		1356	12	3.56±2.11	1.15±0.79	0.71±0.31	1.80±3.60	0.55±0.11	3.37±3.51
MS, RI	2-3 butenodiol	1576	6	TE	TE	TE	0.08±0.17	0.14±0.17	0.45±0.44
		1580	12	TE	TE	TE	2.66±0.72	0.37±0.26	0.38±0.27
MS, RI	2-nonanol	1518	6	TE	1.51±1.22	0.61±1.21	3.30±1.62	2.40±1.67	0.35±0.41
		1528	12	2.97±4.19	TE	0.61±1.22	2.94±1.20	5.70±4.64	1.71±1.21
MS, RI	3 methyl-2-heptanol	1559	6	TE	TE	TE	TE	TE	TE
		1545	12	0.08±0.11	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	1-propanol	1038	6	3.87±5.00	0.43±0.86	4.94±5.46	TE	TE	TE
		1037	12	2.12±4.24	0.36±0.43	5.34±6.18	TE	TE	TE

RI: Retention Index (Alikonma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

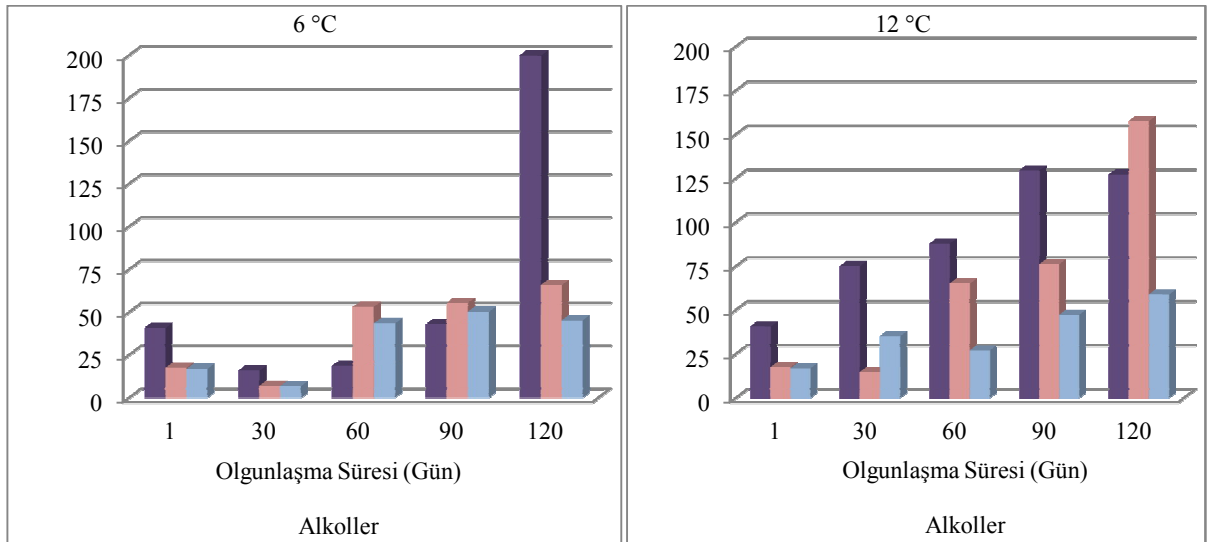
MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

peynirlerinde 3-metil-1-butanol dır. Bunlar dışında en çok oluşan alkoller; 2-heptanol, 2-pentanol ve 1-heksanoldır. Dallanmış zincirli alkollerden 2-etil-1-heksanol, 3-metil-1-butanol ve 2-heptanol, aminoasitlerin (özellikle Leu) Strecker degradasyonu (açıkla) ile meydana gelen aldehitlerin indirgenmesinden oluşabilmektedir (Bintis ve Robinson 2004). 2-Propanol, 2-bütanol, 2-pentanol gibi sekonder alkoller metil ketonların enzimatik olarak indirgenmesiyle oluşmaktadırlar. Bunların konsantrasyonlarında değişkenlik göstermekle birlikte artış olduğu belirlenmiştir. Kondyli ve ark. (2002) tarafından 3-metil-1-butanol'un Yunanistan'da üretilen Feta peynirlerinde yüksek konsantrasyonda bulunduğu ve bu bileşiğin bazı yumuşak peynirlerin hoşça giden aromasının oluşumunda etkili olduğu bildirilmektedir.

2-pentanol ve 2-heptanol, Fernandez-Garcia ve ark. (2002)' nin Manchego peynirinde, 2-etil-1-heksanol ise Oumer ve ark. (2001)'in bakteriosin üreten kültür aşılı olarak ürettikleri peynirlerde belirledikleri önemli alkoller arasındadır.

Primer alkollerin oranı (etanol ve 3-metil-1-butanol konsantrasyonlarının yüksek olmasından dolayı) sekonder alkollerden daha fazla bulunmuştur. Hayaloğlu ve Brechany (2007)'de Malatya peynirlerinde benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

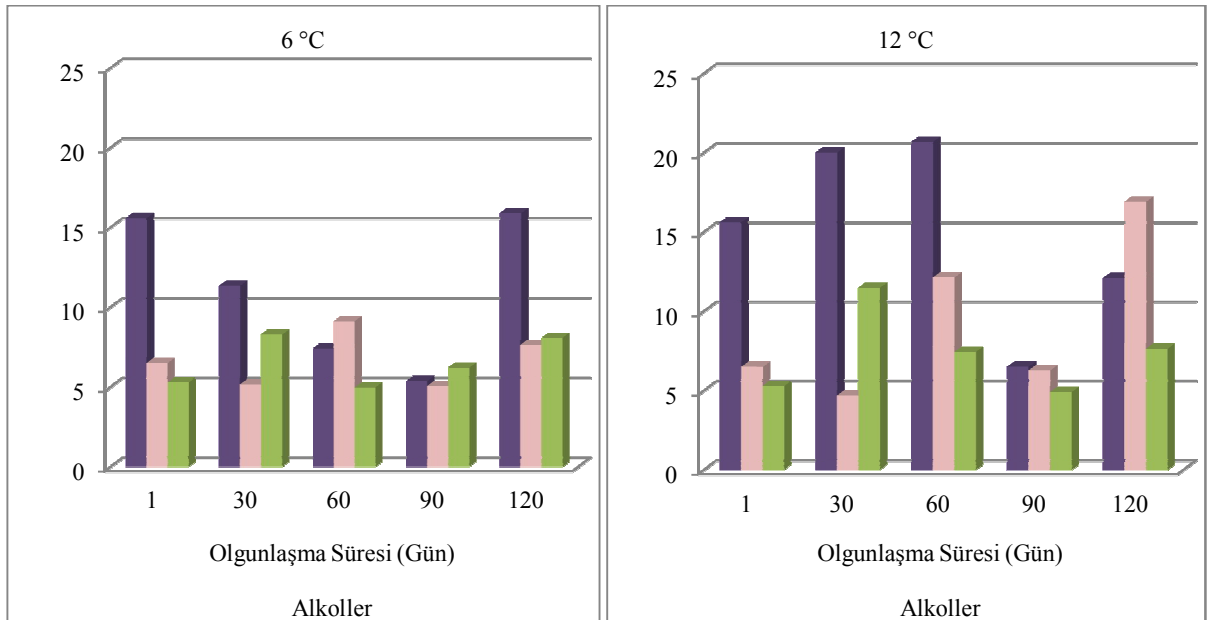
Olgunlaşmanın 120. gününde açığa çıkan alkollerin tüm aroma profili içindeki oranı 6 °C'de olgunlaştırılan A peyniri dışında, metil ketonlar ve asitlerden sonra üçüncü sırayı almaktadır.



Şekil 4.27. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin alkol bileşikleri miktarları

Olgunlaşma ilerledikçe alkol bileşiklerinde artış olduğu saptanmıştır (Şekil 4.27). Farklı depolama sıcaklıklarındaki değerler dikkate alındığında 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerdeki alkol miktarı 6°C’de olgunlaştırılan peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur. 6 °C’de olgunlaştırılan B peynirlerindeki alkol miktarı olgunlaşmanın 60. ve 90. gününde A ve C peynirlerine göre daha yüksek değerlerde olup, 12 °C’de olgunlaştırılan A peynirlerindeki alkol miktarı olgunlaşmanın 120. günü hariç olgunlaşmanın tüm aşamalarında B ve C peynirlerinden daha yüksek değerde bulunmuştur. 2-Metil-1-propanol, 1-hexanol, 3-metil-1-butanol gibi aroma aktif bileşenler de 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde daha fazla miktarlarda bulunmuştur. Cheddar peyniri üzerine yapılan bir çalışmada 8 °C’de depolanan peynirlerde bu bileşiklerin 1 °C’de depolananlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Shakeel-Ur-Rehman ve ark. 2000).

Olgunlaşma ilerledikçe alkol bileşiklerinin diğer bileşikler içindeki oranı, 6 °C ve 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde artış gösterirken, A peynirlerinde ise 12 °C’de olgunlaşmanın 90. gününden sonra azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.28). Farklı depolama sıcaklıklarının alkol oluşumu üzerinde etkili olduğu ve 12 °C’de depolanan peynirlerde daha yüksek olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.28. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin alkol bileşiklerinin oranı

Kondyli ve ark. (2002)'nin yapmış oldukları çalışmada tam yağlı peynirlerin aroma bileşiklerinde alkollerin de baskın olduğu sonucu ile çalışmamızdaki sonuçlar paralellik göstermektedir.

2-Metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol gibi dallanmış zincirli primer alkollerin oluşumu Ile, Val ve özellikle Leu amino asitlerinden oluşan aldehitlerin dönüşümü ile gerçekleşmektedir. Yardımcı kültür olarak *Lb. helveticus* içeren peynirlerde Leu, Ile ve Val amino asitlerinden oluşan aroma bileşiklerinin konsantrasyonunun daha fazla olduğu belirtilmiştir (Thage ve ark. 2005). Çok az miktarlarda 2-nonanol, 2-hekzanol ve 2-propanol belirlenmiştir. Ester oluşumunda önemli rol oynayan, Ala amino asitinden laktoz fermentasyonu ile oluşan etanol ise olgunlaşma süresince en fazla bulunan alkollerden biridir. Etanol değişik tipte peynirlerde; Tulum (Hayaloğlu ve ark. 2007), Feta (Bintis ve Robinson 2004), Minas (Corrêa Lelles Nogueira ve ark. 2005) ve Roncal (Ortigosa ve ark. 2001) önemli miktarlarda bulunan bir alkoldür.

4.3.2. Aldehitler ve metil ketonlar

Dallanmış ve düz zincirli aldehitler çoğunlukla amino asitlerin transaminasyonu sonucu oluşan imidlerin (monobazik asit amonyak) dekarboksilasyonu ile meydana gelmektedir. Bununla birlikte aldehitler amino asitlerin Strecker degradasyonu yoluyla ve buna ilaveten düz zincirli aldehitler doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile oluşabilmektedir (Collins ve ark. 2003, Rodriguez-Alonso ve ark. 2009, Wolf ve ark. 2010).

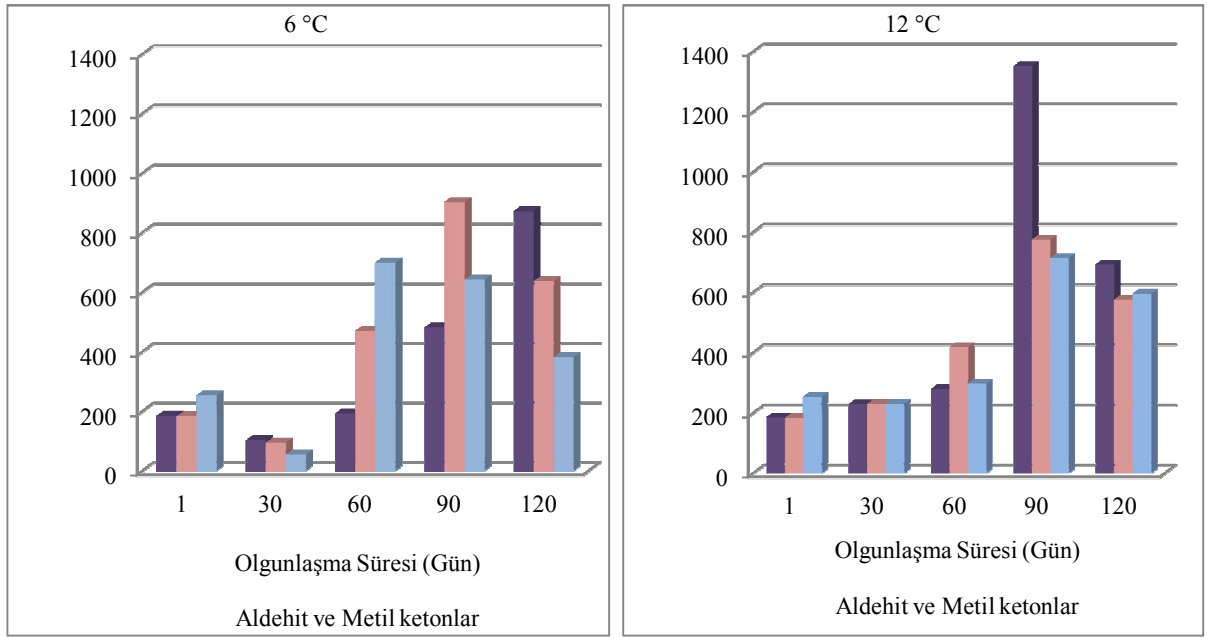
Peynir örneklerinde 120 günlük olgunlaşma sonunda en çok bulunan aroma bileşiklerinin aldehit ve ketonlar olduğu belirlenmiştir. Aldehit ve keton bileşikleri içinde de en çok keton bileşiklerinin ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. Küfle olgunlaştırılan peynirlerde Metil ketonlar aroma üzerinde anahtar rol oynarken, küfle olgunlaştırılmayan peynirlerde laktik asit bakterilerinin yağ asitlerinin oksidatif dekarbosilasyonu ile metil ketonlar meydana gelmektedir. Çoğu çalışmada, aldehitlerin hızlı bir şekilde ilgili alkollere indirgenmeleri veya asitlere okside olmalarından dolayı peynirlerde geçici aroma bileşikleri oldukları belirtilmiştir (McSweeney ve Sousa 2000, Hayaloğlu ve Brechany 2007).

Asetaldehit, bütanal, 3-metil-1-bütanal, hekzanal, benzaldehit çalışmamızda olduğu gibi çeşitli peynirlerde en yüksek konsantrasyonda tespit edilen aldehitler arasında yer almaktadır (Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19). Dallanmış zincirli aldehitlerden olan 3-metil-1-bütanal, maltımsı, baharat çeşnili, sert ve acı aroma ile karakterize edilmektedir (Rychlik ve Bosset

2001, Corr a Lelles Nogueira ve ark. 2005). Çeşitli peynirde düz zincirli aldehitler içerisinde en çok rastlanılanlar; hekzanal, bütanal, pentanal ve oktanal'dır. Bu aldehitler amino asit katabolizması ile değil, doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile ortaya çıkmaktadır. Asetaldehit ise Thr amino asidinin fermentasyonu ile ya da laktat fermentasyonu sırasında oluşmaktadır (McSweeney ve Sousa 2000).

Feta peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada, hekzanal tespit edilen önemli aromatik bileşiklerden biri olduğu belirtilmektedir (Kondyli ve ark. 2002). Shakeel- Ur-Rehman ve ark. (2000) farklı sıcaklıklarda olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinde hekzanal, benzaldehit ve nonanal konsantrasyonları üzerinde sıcaklığın önemli bir etkide bulunmadığını bildirmişlerdir.

Yardımcı kültür olarak laktobasillerin ilave edildiği peynirlerde Leu' nin amino asit katabolizması ile oluşan 3-metil-1-butanal bileşiğinin (Urbach 1995) ve hekzanalın (Lynch ve ark.1999) yüksek konsantrasyonlarda olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.29. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri)  retilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin aldehit ve metil keton bileşiklerinin miktarları

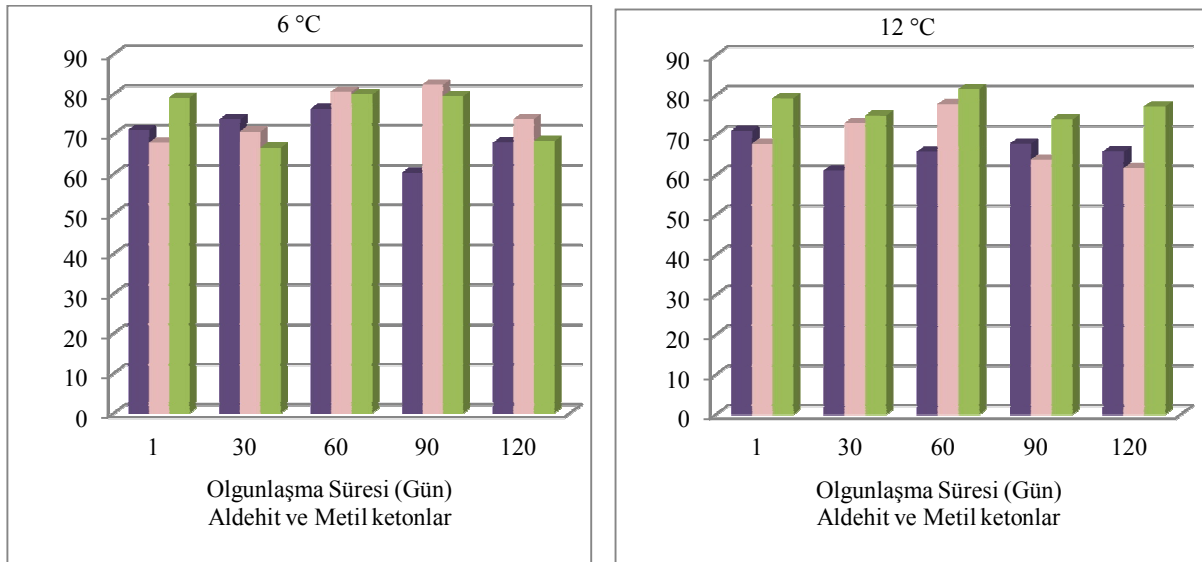
Metil ketonlar genel olarak meyvemsi, k f ms  ve  i eğimsi (2-nonanon, 2-dekanon, 2-oktanon), tereyağımsı (diasetil ve diasetoin), küflü peynir (2-heptanon) ve mantar (1-okten-3

on) gibi aromayla karakterize edilirler (Molimard ve Spinnler 1996, Curioni ve Bosset 2002). Olgunlaşma süresince peynirlerde 2-nonanon, 2-heptanon, 2-pentanon ve 3-hidroksi-2-bütanon en çok rastlanan metil ketonlar olmuştur.

Laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizması sonucu meydana gelen 2,3-bütandiol (diasetil) aynı zamanda diasetil-redükdaz enzimi vasıtasıyla indirgenerek 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin) olarak da peynirlerde bulunabilmektedir (Bintis ve Robinson 2004).

A, B ve C peynirlerinde 6 °C’de ve 12 °C’deki depolama sıcaklıklarının 120 günlük depolama sonrasında 2-pentanon, 2-heptanon ve 2-nonanon konsantrasyonu artarken 3-hidroksi-2-bütanon, 2-bütanon’un ve diasetil konsantrasyonlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Thage ve ark. (2005), yardımcı kültür olarak *Lb. helveticus* kullanarak ürettikleri peynirlerde diasetil konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Tüm aroma profili bazında değerlendirildiğinde aldehit ve metil ketonların oranı, 12 °C’de B peynirinde % 61.77, A peynirinde % 65.8 ve C peynirinde ise % 77.2 oranıyla en yüksek değerlerde, 6 °C’de ise A peynirinde % 67.8, C peynirinde % 68.2 ve B peynirinde % 73.7 oranında tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin aldehit ve metil keton bileşiklerinin oranı

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve metil ketonlar µg/100 g peynir

ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	Peynirler									
				1.gün			30.gün			60.gün			
				A	B	C	A	B	C	A	B	C	
	Aldehit ve Metil ketonlar												
MS, RI	Aseton	858	6	13.97±13.88	24.74±32.84	11.62±3.64	6.13±3.52	6.17±2.35	3.68±6.27	5.90±1.33	18.16±15.17	13.16±5.17	
		863	12				4.31±1.40	12.47±9.85	15.78±15.05	3.69±0.49	13.07±10.03	5.95±4.54	
MS, RI	Butanal	875	6	TE	TE	TE	0.06±0.09	0.04±0.05	0.06±0.04	TE	TE	TE	
		898	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE	
MS, RI	2-Butanon	913	6	24.96±24.31	29.20±26.65	22.88±7.31	12.41±4.33	13.52±3.82	8.16±14.03	10.24±0.39	29.96±24.13	29.42±5.44	
		900	12				9.42±6.45	20.85±12.82	30.22±28.46	6.85±2.29	18.36±10.19	11.96±6.67	
MS, RI	3-Methyl-butanal	929	6	4.55±7.88	0.08±0.15	TE	0.35±0.49	0.12±0.09	TE	0.40±0.57	2.34±1.36	1.45±2.05	
		973	12				0.39±0.33	0.46±0.13	0.47±0.25	0.89±0.10	4.58±5.04	1.54±0.94	
MS, RI, STD	Diasetil	1054	6	11.80±12.01	13.25±16.57	83.28±105.07	3.47±2.29	2.68±0.04	6.57±2.87	0.57±0.80	2.51±3.55	3.86±5.45	
		1061	12				0.74±1.05	3.34±3.20	4.88±1.57	0.42±0.59	0.94±1.33	0.65±0.92	
MS, RI	3-Metil-2-butanon	929	6	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.57±0.80	TE	TE	
		973	12				TE	TE	TE	0.42±0.59	TE	TE	
MS, RI, STD	2-Pentanon	974	6	9.96±8.25	20.14±26.87	3.66±2.09	33.81±16.41	22.80±24.10	6.30±8.98	107.07±11.54	285.17±26.21	367.49±137.77	
		975	12				147.03±144.87	118.84±110.41	84.74±61.95	97.52±29.95	236.92±32.32	101.35±52.07	
MS, RI	3-Hexanon	1100	6	0.75±0.76	1.53±2.14	0.12±0.16	0.07±0.10	0.07±0.09	TE	TE	TE	TE	
		1042	12					0.120±0.17	TE	TE	TE	TE	
MS, RI	2-Hexanon	1542	6	TE	TE	TE	1.81±2.56	1.56±2.21	TE	TE	2.45±3.46	3.79±0.96	
		1529	12				TE	TE	TE	4.47±6.33	3.54±2.30	0.14±0.19	
MS, RI	Hexenal	1225	6	1.65±1.47	0.90±0.43	1.34±0.40	0.64±0.03	0.42±0.03	0.29±0.00	0.92±0.48	1.37±1.94	TE	
		1248	12				0.32±0.46	0.27±0.38	0.73±0.05	0.78±1.10	TE	TE	
MS, RI	4-Octanone	1290	6	3.59±3.27	2.15±3.72	TE	TE	16.71±23.64	TE	TE	TE	TE	
		1280	12				TE	12.59±17.80	TE	TE	TE	TE	
MS, RI	2-Heptanone	1186	6	48.01±83.16	19.30±16.79	27.63±2.69	21.83±12.99	3.26±4.62	5.83±14.78	41.33±32.54	66.54±94.10	207.64±37.81	
		1184	12				45.32±45.38	17.09±24.17	31.66±45.31	142.59±84.33	104.66±85.44	136.94±100.09	
MS, RI, STD	3-Hidroksi-2-bütanone (acetoin)	1291	6	56.44±57.19	67.36±80.44	95.86±69.11	19.31±27.31	23.73±1.71	22.65±28.99	17.82±4.53	40.26±19.57	36.82±52.07	
		1287	12				15.03±18.30	37.93±34.68	54.54±35.06	0.21±7.24	19.98±0.57	19.52±7.32	
MS, RI	3-Hidroksi-2-pentanone	1351	6	1.91±2.02	0.75±0.30	3.24±2.42	0.58±0.82	0.86±0.07	0.66±1.09	TE	TE	TE	
		1327	12				0.71±1.00	1.97±2.09	1.71±1.23	TE	TE	TE	
MS, RI, STD	2-Nonanon	1396	6	6.74±10.61	3.87±3.00	4.05±0.94	2.52±2.04	2.93±2.62	0.77±2.62	6.64±7.82	20.03±7.12	31.13±17.81	
		1415	12				5.94±2.98	3.51±0.51	4.68±3.26	18.42±2.35	14.47±5.49	16.36±1.59	
MS, RI	8-Nonen-2-one	1451	6	1.13±1.96	0.23±0.40	TE	0.21±0.29	0.30±0.42		0.90±1.28	3.34±0.61	4.68±1.55	
		1484	12				0.44±0.62	0.52±0.15	0.47±0.02	3.64±1.95	2.66±0.06	3.15±1.66	
MS, RI	Benzaldehit	1542	6	TE	0.04±0.07	TE	TE	TE	TE	0.14±0.19	0.56±0.79	0.39±0.55	
		1529	12				TE	TE	TE	0.83±0.17	0.55±0.39	0.07±0.09	

RI: Retention Index (Alkionma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinde saptanan aldehit ve metil ketonlar $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ peynir

Peynirler									
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	90.gün			120.gün		
	Aldehit ve Metil ketonlar			A	B	C	A	B	C
MS, RI, STD	Asetaldehit		6	0.74±0.97	1.14±1.34	0.68±1.35	TE	TE	TE
			12	TE	0.28±0.55	TE	TE	TE	TE
MS, RI	Aseton	858	6	14.34±3.65	24.79±6.03	20.20±20.99	15.04±14.30	8.29±4.11	7.82±3.84
		863	12	18.93±6.95	29.69±16.16	34.92±17.96	4.94±2.66	7.55±4.54	8.19±7.43
MS, RI	2-Butanon	913	6	33.04±10.03	35.92±8.59	37.55±15.31	28.96±22.72	20.18±8.26	16.89±8.69
		900	12	TE	41.40±11.22	44.27±11.26	9.10±6.80	15.90±5.78	14.77±13.88
MS, RI	3-Metil-butanal	929	6	TE	0.47±0.54	TE	1.82±1.42	1.04±0.63	0.49±0.40
		973	12	0.30±0.61	TE	TE	0.93±0.51	1.27±0.86	0.74±0.30
MS, RI, STD	Diasetil	1054	6	1.79±0.79	TE	1.04±2.08	1.97±2.48	1.98±1.16	4.51±1.90
		1061	12	1.38±1.98	TE	1.34±0.94	0.30±0.60	1.69±0.27	2.76±0.83
MS, RI, STD	2-Pentanon	974	6	359.35±151.68	323.79±73.83	426.50±110.56	251.94±199.15	170.08±88.71	140.78±88.77
		975	12	467.88±133.41	392.92±128.02	309.52±48.05	130.40±71.62	104.14±18.07	163.33±152.42
MS, RI	3-Hexanon	1100	6	TE	TE	TE	3.69±6.06	9.98±10.89	4.07±4.43
		1042	12	TE	TE	TE	23.05±21.36	10.61±9.49	11.82±11.24
MS, RI	2-Hexanon	1542	6	2.64±1.51	12.55±9.99	4.81±1.70	TE	TE	TE
		1529	12	31.56±32.98	15.04±13.81	11.54±10.24	TE	TE	TE
MS, RI, STD	2-Heptanon	1186	6	44.44±19.26	383.99±302.83	116.04±104.48	449.20±184.09	329.38±291.21	130.31±139.17
		1184	12	668.98±811.41	243.85±172.58	256.85±232.16	411.53±267.36	334.24±245.63	285.74±285.46
MS, RI	2 oktanon	1290	6	TE	TE	TE	0.75±0.49	TE	TE
		1280	12	TE	TE	TE	0.85±0.53	TE	0.25±0.28
MS, RI, STD	3 Hidroksi -2-bütanon (asetoin)	1291	6	17.81±13.41	17.22±9.19	23.74±8.94	29.59±27.15	33.15±26.88	42.28±34.22
		1287	12	23.67±26.27	14.45±9.99	20.30±10.09	22.14±6.56	28.82±16.40	40.15±39.19
MS, RI, STD	2-Nonanon	1396	6	6.69±3.53	84.37±65.60	26.79±29.94	78.64±56.97	51.98±35.42	29.50±25.59
		1415	12	102.53±149.71	30.91±23.82	27.96±31.58	72.18±30.40	59.80±28.92	55.96±43.06
MS, RI	8-Nonen-2-one	1451	6	0.68±1.35	18.88±18.01	5.34±5.50	10.60±13.99	11.03±8.37	5.73±5.84
		1484	12				17.94±9.88	12.81±8.51	12.60±11.88

RI: Retention Index (Alıkonma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

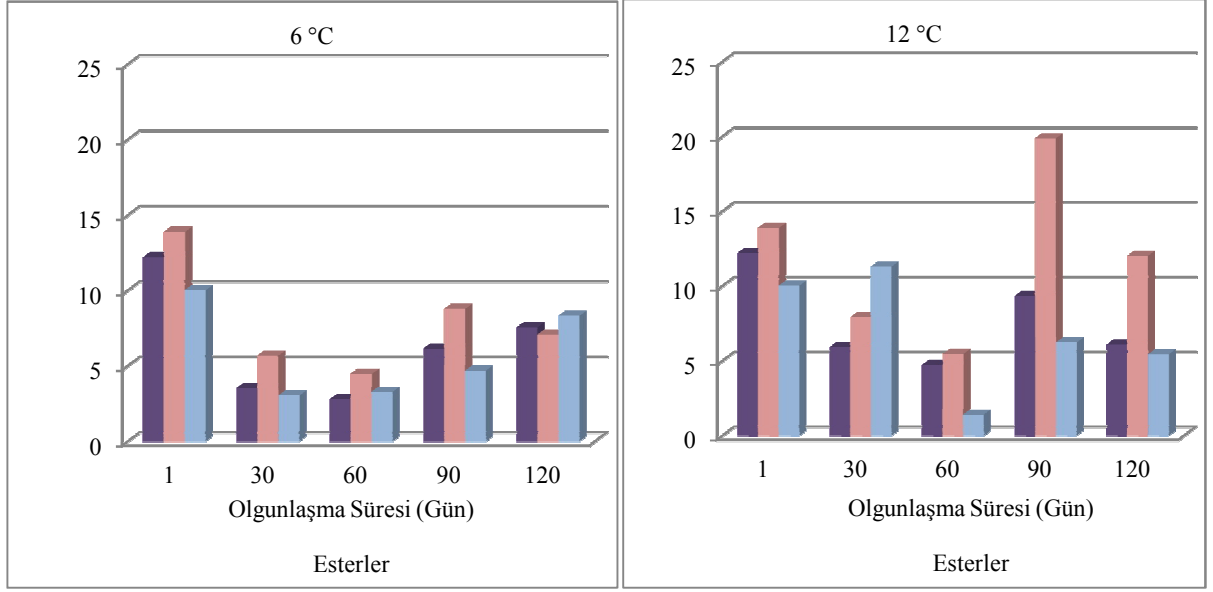
4.3.3. Esterler

Esterler diğer aroma bileşiklerine göre daha kompleks reaksiyonlarla oluşan bileşiklerdir. Aroma aktif esterler, kısa veya orta zincirli yağ asitleri ile alkollerin reaksiyonu (esterleşme) (McSweneey ve Sousa 2000) ve toksik alkollerin yağ asitleri ile esterleşmesi (alkoliz) sonucu oluşan bileşiklerdir. Esterlerin oluşumunda asidoliz ve transesterifikasyon reaksiyonları da bir diğer oluşum mekanizmasıdır. Bu tepkimelerde ester yapısında bulunan alkol veya yağ asidinin yer değiştirilmesiyle esterlerin modifikasyonu gerçekleşmektedir (Liu ve ark. 2004).

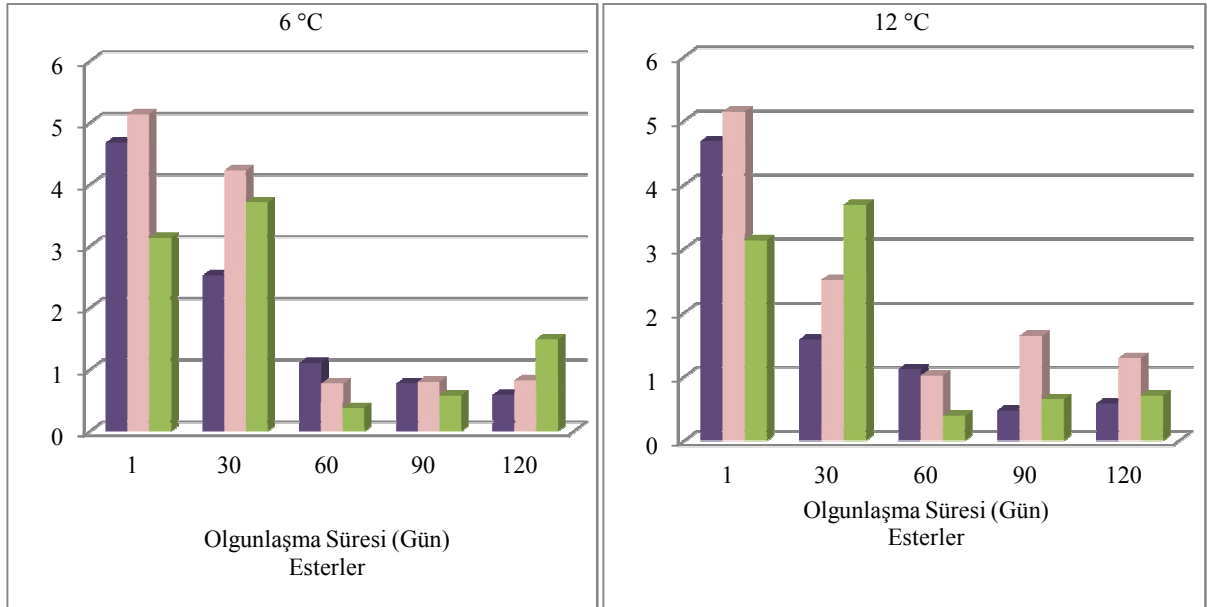
Olgunlaşmanın 120. gününde A, B ve C peynirlerinde 6 °C’de ve 12 °C’deki depolama sıcaklıklarında ester bileşiklerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.31). En çok saptanan ester bileşiği etil asetat olup, 6 °C’de ve 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde olgunlaşma süresince miktarında azalma meydana gelmiştir. Etil esterler, etanolla kısa zincirli serbest yağ asitlerinin enzimatik ve kimyasal esterifikasyonu ile meydana gelir ve tatlı-meyvemsi aroma ile karakterize edilir (Leuven ve ark. 2008).

Etil butanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat yüksek konsantrasyonlarda bulunan diğer ester bileşikleridir (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21). Olgunlaşma süresince etil butanoat miktarı B ve C peynirlerinde artış gösterirken A peynirlerinde azalma göstermiştir. Metil hekzanoat ise olgunlaşmanın 120. gününde oluşan diğer bir ester bileşiğidir. Hayaloğlu ve Brechany (2007), Malatya peynirlerinin 90 günlük olgunlaşma sonunda oluşan ester bileşikleri içerisinde etil butanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat’ın konsantrasyonlarını yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir. Bergamini ve ark. (2010), Arjantin koyun peynirlerinde 180 günlük olgunlaşma süresi sonunda etil butanoat, etil hekzanoat ve etil oktanoat’ı içeren beş adet ester bileşiği olduğunu bildirmişlerdir.

Olgunlaşma sıcaklıklarının ester bileşikleri oluşumu üzerine etkisine bakıldığında, genel olarak 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde daha fazla olmasına rağmen, 6 °C’de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinde depolamanın 120. gününde ester miktarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. 6 °C’de olgunlaştırılan A, B ve C peynirleri arasında depolama süresinin 120. günü, 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde ise 30. günü dışında ester bileşikleri en yüksek B peynirinde bulunmuştur.



Şekil 4.31. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin ester bileşiklerinin miktarları



Şekil 4.32. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin ester bileşiklerinin oranı

Olgunlaşma süresince ester bileşiklerinin diğer bileşiklere oranına bakıldığında (Şekil 4.32), A, B ve C peynirlerinin her iki olgunlaşma sıcaklığında miktarsal değişime paralel olarak ester oranında azalma olduğu saptanmıştır. Esterlerin oluşum mekanizmalarında su önemli bir faktördür ve peynirde su içeriğinin artması hidrolizi tetikleyerek esterleşme reaksiyonlarında

negatif bir etki yapmaktadır (Liu ve ark 2004). Depolamanın 120. gününde 12 °C’de olgunlaştırılan B peynirlerinin ester oranı, 6 °C’ de olgunlaştırılan B peynirlerine göre daha yüksek bulunurken, A ve C peynirlerinde, ester oranlarında azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir.

Esterlerin oluşumunda bazı bakteriler, mayalar ile bazı kimyasal reaksiyonların etkili olduğu, ayrıca alkoller ve bütirik yağ asitlerinin etkileşimi ile de oluştuğu belirtilmiştir (etil butanoat gibi). Çalışmamızdaki bulgulara benzer olarak, etil esterlerin diğer esterlere göre daha baskın olduğu ve meyvemsi tadın ortaya çıkmasını sağladığı da Fernandez-Garcia ve ark. (2002) tarafından da bildirilmiştir.

Engels ve ark. (1997), peynirlerde etil esterlerin yüksek düzeylerde bulunmasını primer alkoller ve yağ asitlerinin yüksek konsantrasyonlarda bulunması ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Esterler ortam sıcaklıklarında düşük algılanma eşiğine sahip olduklarından dolayı birçok peynirde aromaya çok düşük konsantrasyonlarda bile katkı sağlarlar. Buna ilaveten peynire meyvemsi, çiçeğimsi bir tat veren esterler, serbest yağ asidi kaynaklı hoş olmayan keskinliği de azatlıkları bildirilmektedir (de Frutos ve ark. 1991).

Crow ve ark. (2002), yardımcı kültür olarak *Lb. fermentum* kullanarak ürettikleri peynirlerde etil butanoat ve etil hekzanoat konsantrasyonunun olgunlaşma süresinde önemli düzeyde artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Fernandez-Garcia ve ark. (2002), Manchego peynirlerinde 90 günlük olgunlaşma süresince etil asetat, etil hekzanoat ve etil oktanoat konsantrasyonlarında artış olduğunu ve bunlarla beraber 21 çeşit ester bileşiğine rastlandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinde saptanan esterler µg/100 g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	1.gün			30.gün			60.gün		
	Ester Bileşikleri			A	B	C	A	B	C	A	B	C
MS, RI	Metil asetat	867	6	1.91±2.48	0.80±0.99	1.56±0.45	0.93±0.75	1.51±0.01	0.99±1.16	0.85±0.20	2.45±0.29	1.52±0.69
		828	12				1.31±0.10	2.08±1.23	2.99±2.54	2.52±2.10	0.53±0.21	0.95±0.70
MS, RI	Etil asetat	900	6	10.91±12.97	11.91±12.55	7.43±6.28	2.40±3.39	2.16±0.67	1.82±0.88	0.44±0.11	2.04±0.18	1.77±1.23
		884	12				4.62±4.10	4.98±4.72	5.20±2.10	2.22±2.48	4.15±5.08	0.46±0.07
MS, RI	Metil 2-metil propanoat	923	6	0.02±0.03	0.02±0.04	TE	0.02±0.03	0.02±0.03	TE	0.03±0.04	TE	TE
		924	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	Metil butanoat	984	6		0.23±0.39	TE	TE	1.69±2.40	TE	TE	TE	TE
		985	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	Metil 2-metil butanoat	1010	6		0.05±0.09	TE	0.04±0.06	0.05±0.07	0.08±0.00	TE	TE	TE
		1007	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	Etil butanoat	1033	6	1.24±1.45	0.87±0.35	0.87±0.47	0.12±0.16	0.26±0.37	0.17±0.00	1.46±2.07	TE	TE
		1040	12				TE	0.85±0.16	3.12±4.04	TE	0.79±0.89	
MS, RI	Etil hexanoat	1235	6	0.04±0.04	0.02±0.04	0.17±0.14	0.02±0.03	TE	TE	TE	TE	TE
		1241	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE

Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinde saptanan esterler µg/100 g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	90.gün			120.gün					
	Ester Bileşikleri			A	B	C	A	B	C			
MS, RI	Metil asetat	867	6	2.36±0.52	2.78±0.55	2.78±1.19	1.18±1.66	1.05±1.57	0.66±0.46			
		828	12	2.95±0.53	3.73±1.47	3.23±0.97	0.45±0.58	0.62±0.81	0.60±0.49			
MS, RI	Etil asetat	900	6	1.94±2.94	1.15±1.34	0.50±0.69	5.62±6.35	3.85±2.13	2.14±1.14			
		884	12	TE	9.89±11.55	1.47±1.83	2.87±3.12	4.06±0.64	2.52±2.25			
MS, RI	Etil butanoat	1033	6	TE	3.35±4.01	TE	TE	0.85±0.99	4.67±3.33			
		1040	12	3.34±4.04	4.38±1.02	0.56±1.12	TE	5.51±2.51	0.65±0.79			
MS, RI	Etil hexanoat	1235	6	0.54±0.49	TE	TE	0.08±0.17	0.04±0.06	0.09±0.13			
		1241	12	0.54±1.08	0.57±0.20	TE	1.11±0.99	0.51±0.14	0.40±0.33			
MS, RI	Etil 2-hidroksi propanoat	1314	6	TE	TE	TE	TE	TE	0.03±0.06			
		1340	12	TE	TE	TE	TE	TE	0.08±0.11			
MS, RI	Etil oktanoat	1438	6	1.31±1.88	1.51±1.85	1.41±1.63	0.20±0.39	1.14±0.78	0.56±0.17			
		1453	12	2.03±2.34	1.30±1.64	0.98±1.13	1.34±1.10	0.99±0.46	0.88±0.44			
MS, RI, STD	Metil hexanoat		6	TE	TE	TE	0.49±0.22	0.16±0.25	0.18±0.27			
			12	TE	TE	TE	0.32±0.17	0.33±0.13	0.17±0.21			
MS, RI	Etil dekanoat	1645	6	0.16±0.33	0.34±0.68	30.20±58.48	TE	TE	TE			
		1648	12	0.46±0.92	TE	TE	TE	TE	TE			

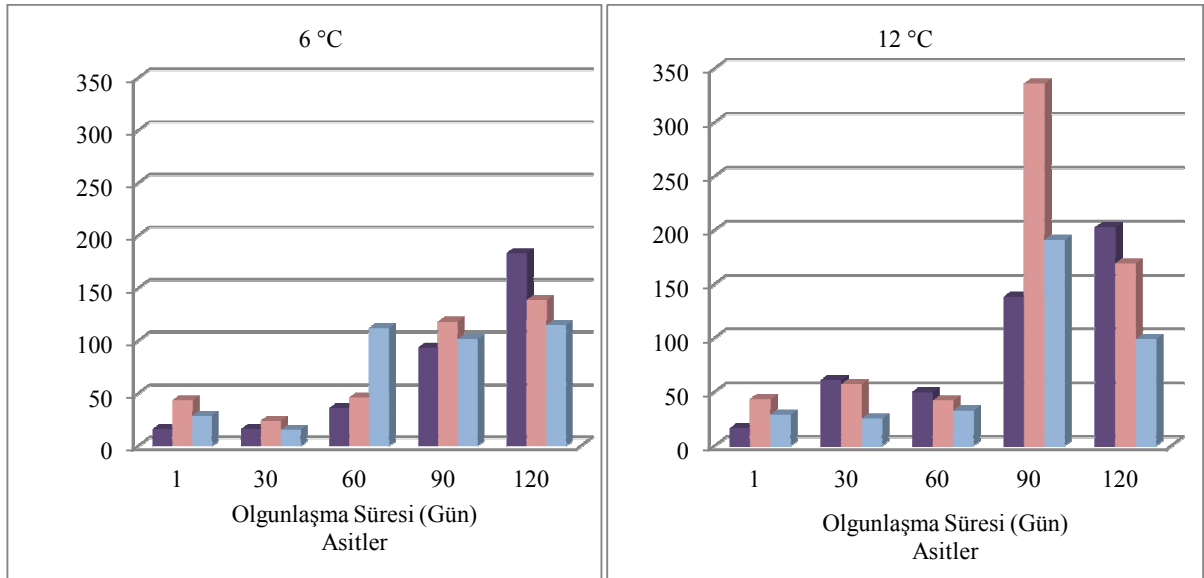
RI: Retention Index (Alıkonma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

4.3.4. Asitler

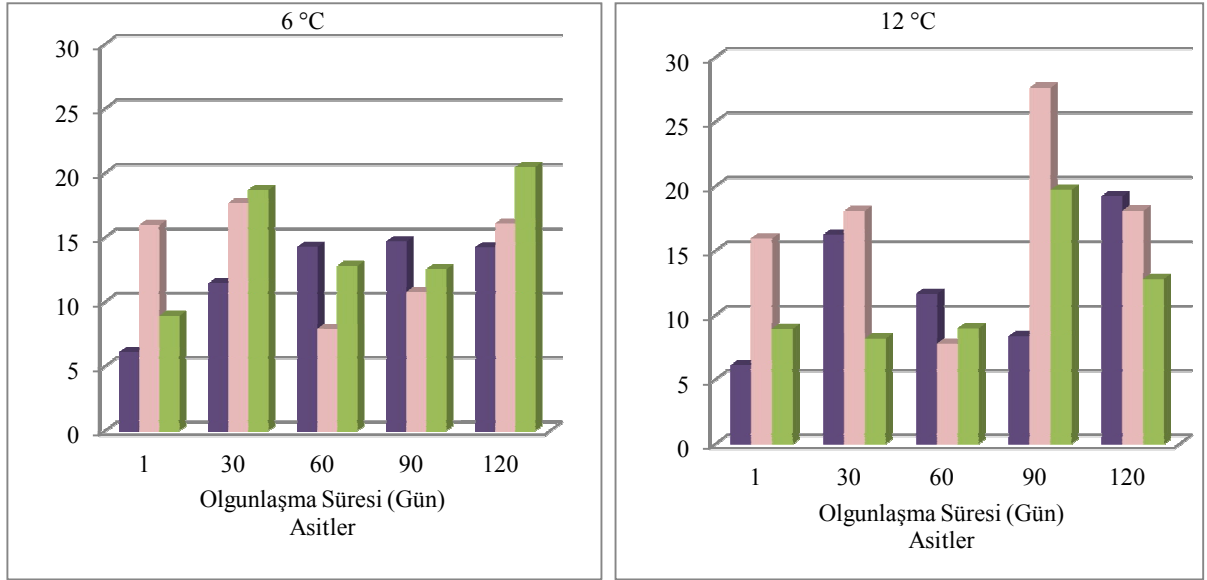
Yağ asitleri trigiliseritlerin lipaz ya da esteraz aktivitesi sonucu birçok peynir çeşidinde oluşmakta ve olgunluk kriteri olarak gösterilmektedir (Kırmacı ve ark. 2011, Güler ve Uraz 2004). Yağ asitlerinin doğrudan aromaya katkıları olduğu gibi, ester, metil keton, alkol ve laktonların oluşumunda da öncül maddeler olarak rol alabilmektedirler (Molimard ve Spinnler 1996). Süt ürünlerinde belirlenen en önemli yağ asidi butanoik asittir ve peynirde yüksek oranda bulunmaktadır. Butanoik asit, peynire ransit aroma vermesinden dolayı aşırı miktarda oluşumu tat-koku kusuru olarak algılanır. Butanoik asit ve hekzanoik asit sert ve acı-keskin peynir aroması ile karakterize edildiği belirtilmektedir (Corrêa Lelles Nogueira ve ark. 2005). Asetik asit ise, peynire sirke aroması vermekte ve çeşitli peynirlerde de (Beyaz peynir, Domiati, Feta, Cheddar) yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır.

Peynir örneklerinde 120 günlük olgunlaşma sonunda toplamda ikinci en çok bulunan aroma bileşiklerinin asitler olduğu belirlenmiştir. Asit bileşikleri içinde de en çok butanoik asit, hekzanoik asit ve asetik asit bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23). Olgunlaşma ilerledikçe her iki depolama sıcaklığında da A, B ve C peynirlerindeki asit bileşiklerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin asit bileşiklerinin miktarları

Olgunlaşma sıcaklıklarının asit bileşiklerin oluşumu üzerine etkisine bakıldığında, C peyniri hariç 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde hem miktar olarak hemde tüm aroma profilindeki bileşenlere göre oransal değerinin, 6 °C’de olgunlaştırılan peynirlere göre daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 4.34). Olgunlaşmanın 120. gününe bakıldığında, A, B ve C peynirleri arasında fark olduğu ve en fazla miktarda asit oluşumunun sırasıyla A, B ve C peynirlerinde meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin asit bileşiklerinin oranı

Carunchia Whetstine ve ark. (2005)’ nin 120 gün olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinin aroma profilini inceledikleri çalışmada, peynirlerin en önemli asit bileşeninin butanoik asit olduğunu ve olgunlaşma ilerledikçe konsantrasyonunda artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Hayaloğlu ve ark. (2007), Tulum peynirlerin 150 günlük olgunlaşma süresindeki uçucu aroma bileşiklerinin inceledikleri çalışmada, baskın asit bileşeninin butanoik asit olduğunun buna ek olarak hexanoik, oktanoik, benzoik ve asetik asit bileşenlerinin de saptandığını bildirmişlerdir. Hayaloğlu (2009), geleneksel metotla üretilen Kaşar peynirlerinin uçucu aroma profilini belirlediği çalışmasında, 7 adet asit bileşeni tespit etmiş olup ve bunlar arasında en baskın olanlarının butanoik asit, asetik asit ve hekzanoik asitler olduğunu belirtmiştir. Bunlar arasında peynirde acı tat oluşumunda etkili olan ve lipoliz yoluyla oluşan butanoik asidin en fazla olduğu ve bu asidin Val, Thr, Glu and Met amino asitlerinin katabolizmasıyla da oluşabildiği belirtilmektedir.

Çizelge 4.22. Beyaz peynir örneklerinde saptanan asitler $\mu\text{g}/100$ g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	1.gün			30.gün			60.gün		
MS, RI	Asitler			A	B	C	A	B	C	A	B	C
MS, RI, STD	Asetik asit	1478	6	7.09±4.44	13.77±18.80	6.84±9.67	6.04±8.54	10.50±0.78	3.00±4.48	5.75±0.75	17.65±11.63	24.65±8.45
		1480	12				22.80±26.25	14.90±14.24	2.40±2.77	9.74±9.80	8.33±5.67	4.29±0.66
MS, RI	Butanoik asit	1643	6	7.65±3.83	19.71±30.11	15.51±21.94	6.08±8.60	10.00±8.04	7.12±2.69	21.96±22.30	12.97±18.34	67.78±59.88
		1647	12				31.40±10.26	28.64±37.12	18.07±3.29	30.92±11.12	27.72±9.79	20.52±16.85
MS, RI, STD	Hexanoik asit	1878	6	1.21±1.13	9.69±15.35	6.26±8.85	3.87±5.47	3.30±4.66	5.29±0.00	8.26±11.68	15.45±12.54	19.54±27.63
		1860	12				6.78±6.86	13.39±18.94	4.70±6.65	8.93±12.63	5.89±8.33	7.90±11.17

Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerinde saptanan asitler $\mu\text{g}/100$ g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	90.gün			120.gün					
	Asitler			A	B	C	A	B	C			
MS, RI, STD	Asetik asit	1478	6	21.20-10.22	25.79±1072	17.96±6.62	25.58-21.79	12.34±6.58	11.72±8.79			
		1480	12	48.55-41.83	37.88±1822	23.35±2.87	9.99±1.94	13.28±3.14	9.09±3.32			
MS, RI	Butanoik asit	1643	6	93.34±104.31	81.51±56.46	36.38±43.51	130.17±54.71	98.26±91.61	71.28±74.68			
		1647	12	137.90±10.91	207.86±210.	106.28±61.3	141.83±98.38	120.17±74.5	69.99±47.08			
MS, RI	Heptanoik asit	1989	6	TE	TE	TE	TE	0.24±0.28	TE			
		1967	12	TE	TE	TE	TE	TE	TE			
MS, RI, STD	Hexanoik asit	1878	6	90.53±101.75	10.82±11.64	46.94±54.23	27.39±17.52	27.86±28.29	31.64±42.88			
		1860	12	144.63±44.66	90.07±119.0	61.19±70.66	50.58±52.54	35.52±36.29	19.76±17.26			

RI: Retention Index (Alınma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler

4.3.5. Çeşitli bileşikler

A, B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresince sülfür bileşiği olarak sadece dimetil sülfid tanımlanmıştır. Dimetilsülfid 12 °C'deki depolamada, olgunlaşmanın 90. gününden itibaren A peyniri dışında diğer peynirlerde belirlenmemiştir. Sülfür bileşeni olgunlaşma sıcaklığından önemli derecede etkilenmediği Çizelge 4.24 ve 4.25' den görülmektedir. Sülfür içeren bileşikler metionin veya metionin amino asiti içeren peptitlerin olgunlaşma süresince oksidatif reaksiyonlar sonucunda degradasyonu ile üretilmektedir (Hayaloğlu 2009). B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresince bir adet de terpen bileşiği tanımlanmıştır. Terpen bileşikleri bitki orjinlidir ve daha çok yüksek dağlık bölgelerde otlayan hayvanlardan süte geçmekte buradan da peynire geçmektedir. A peynirinde olgunlaşmanın hiçbir aşamasında rastlanmamıştır. B ve C peynirlerinde ise α -pinen olgunlaşmanın 90. gününden sonra saptanmamıştır. α -Pinen bileşiği Hellim (Hayaloğlu ve Brechany 2007), Tulum (Hayaloğlu 2007), Cheddar (Curioni ve Bosset 2002), ve Manchego (Fernandez-Garcia ve ark. 2002) peynirleri gibi farklı peynirlerde de belirlenmiştir.

Çeşitli bileşikler içinde çoğunluğu hidrokarbon bileşikleri oluşturmaktadır. Hidrokarbonlar yağların otooksidasyonunun ikincil ürünleri olduğu bilinmektedir. Hidrokarbon bileşikleri peynir aromasına direkt olarak etki etmemekle birlikte diğer aroma maddelerinin oluşmasında öncül bileşik (precursor) görevi üstlenebilmektedirler (Iriyogen ve ark. 2007, Bintis ve Robinson 2004).

Phe, Tyr, Trp gibi aromatik aminoasitlerden deaminasyon ve dekarboksilasyon mekanizmaları ile oluşan toluen ve stiren A, B ve C peynirlerinde belirlenen önemli hidrokarbonlardır. Stiren aynı zamanda plastik orjinlidir ve plastikte temasta bulunan gıdalarda izole edilmiştir (Molimard ve Spinnler 1996).

Yapılan diğer çalışmalarda, stiren ve toluen, beyaz peynirlerde en çok rastlanan hidrokarbon bileşikleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Bintis ve Robinson 2004, Kesenkaş ve Akbulut 2006, Hayaloğlu 2009). Diğer çeşitli peynirlerde de benzer hidrokarbonlar tanımlanmıştır (Ortigosa ve ark. 2001).

Çizelge 4.24. Beyaz peynir örneklerinde saptanan çeşitli bileşikler $\mu\text{g}/100$ g peynir

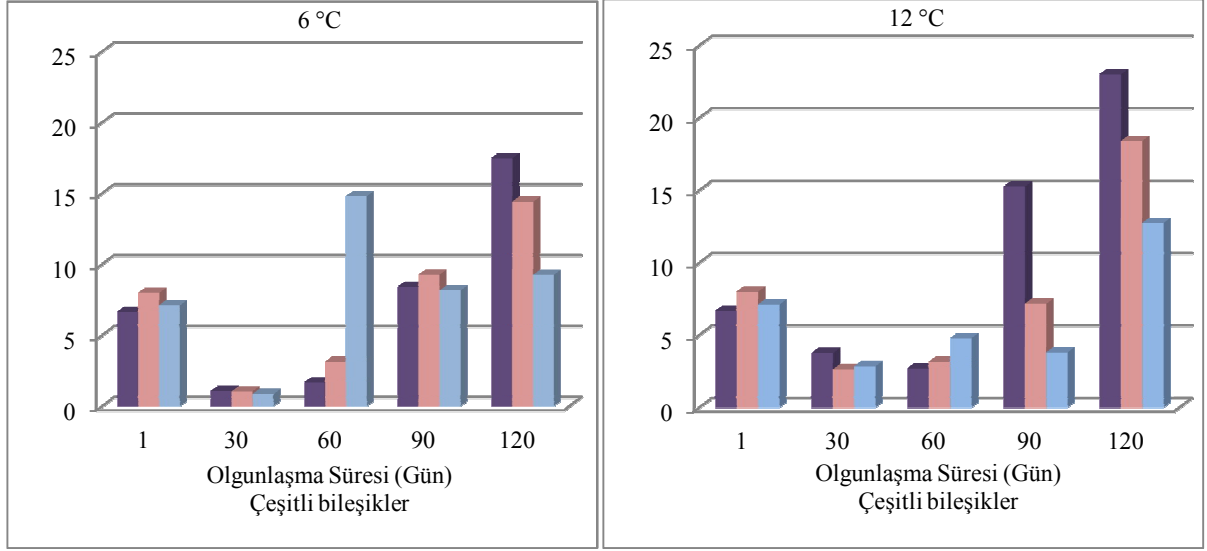
Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	1.gün			30.gün			60.gün		
	Çeşitli Bileşikler			A	B	C	A	B	C	A	B	C
MS, RI	Chloroform	1015	6	2.08±1.55	3.84±4.83	2.71±2.48	0.34±0.07	0.43±0.29	0.32±0.00	TE	0.41±0.59	0.46±0.65
		1013	12					0.91±0.82	0.79±0.41	TE	0.20±0.28	TE
MS, RI	Toluene	1039	6	3.14±4.50	2.61±2.35	2.66±0.50	0.54±0.10	0.52±0.10	0.45±0.72	0.74±0.50	2.36±2.85	3.38±2.54
		1041	12				2.71±2.76	1.49±1.05	1.93±1.71	0.42±0.59	1.92±1.96	0.83±0.30
MS, RI	1,4-Dimethylbenzene	1145	6	0.06±0.11	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
		1143	12				TE	TE	TE	TE	TE	TE
MS, RI	Styrene	1263	6	0.58±0.69	0.50±0.33	0.84±0.88	0.17±0.25	0.07±0.10	0.03±0.09	0.94±1.33	0.22±0.31	10.95±0.48
		1260	12				0.13±0.18	0.22±0.06	0.12±0.10	2.27±1.47	1.03±1.14	3.95±4.65
MS, RI	Dimethyl sülfide		6	TE	TE	TE	0.18±0.26	TE	TE	0.39±0.56	0.30±.42	0.59±0.84
			12				TE	TE	TE	0.31±0.01	0.22±0.30	0.11±0.16
MS, RI	α -Pinene	1020	6	TE	4.32±4.28	4.07±3.06	TE	2.04±0.87	1.34±0.73	TE	5.65±4.71	0.95±1.34
		1026	12				TE	2.72±1.91	2.39±1.48	TE	3.68±2.68	1.33±0.49

Çizelge 4.25. Beyaz peynir örneklerinde saptanan çeşitli bileşikler $\mu\text{g}/100$ g peynir

Peynirler												
ID metod	Uçucu bileşikler	RI	Sıcaklık	90.gün			120.gün					
	Çeşitli Bileşikler			A	B	C	A	B	C			
MS, RI	Chloroform	1015	6	3.44±3.79	1.05±1.26	0.93±1.86	10.94±5.77	11.40±5.22	6.79±3.94			
		1013	12	1.32±1.29	1.97±1.92	0.98±1.15	7.56±4.18	10.27±1.27	6.64±5.31			
MS, RI	Toluene	1039	6	3.13±2.17	0.96±1.12	0.67±0.46	2.03±3.69	1.33±0.86	0.80±0.65			
		1041	12	6.25±4.81	2.85±0.37	2.01±0.27	1.39±1.24	1.94±1.77	1.08±0.86			
MS, RI	Styrene	1263	6	1.85±3.45	7.25±4.84	6.56±11.10	4.43±4.02	1.56±0.94	1.21±1.09			
		1260	12	7.69±13.68	2.34±1.37	0.81±0.98	11.39±9.88	5.82±3.32	4.64±5.28			
MS, RI	Dimethyl sülfide		6	2.18±1.61	0.64±1.28	1.59±1.85	TE	TE	TE			
			12	2.80±2.15	0.17±0.33	4.44±2.10	0.30±0.20	TE	TE			

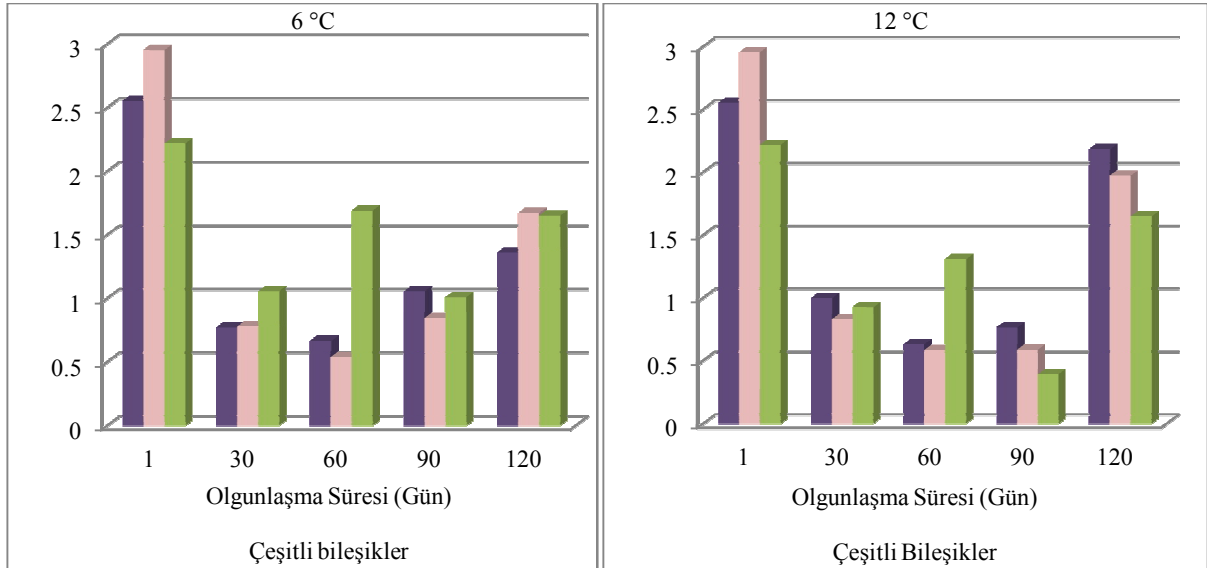
RI: Retention Index (Alınma İndeksi), ikinci satırdaki değerler aynı bileşik için literatürde verilen değerlerdir. TE: Tespit edilemedi

MS: GS-MS kütüphanesi STD: Standart Maddeler



Şekil 4.35. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin çeşitli bileşiklerinin miktarları

Peynir örneklerinde etilbenzen, stiren, 1,3 dimetil benzen bileşenlerine rastlanması peynirin plastik kaplara konularak depolanması ile ilişkilendirilmiştir. Chiesa ve ark. (2008), peynir örneklerinin plastik kaplarda taşınması sonucu son üründe etilbenzen ve stiren benzeri bileşiklerin oluşabileceğini belirtmişlerdir.

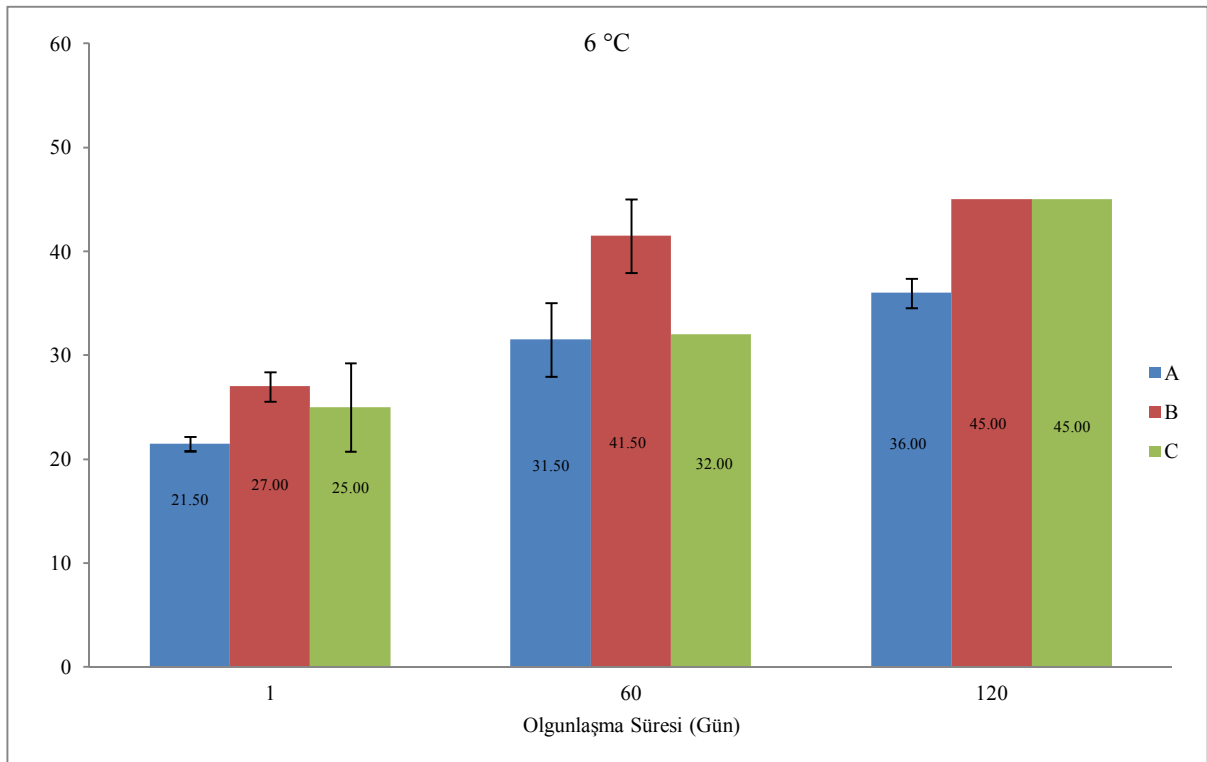


Şekil 4.36. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde çeşitli bileşiklerinin oranı

4.4. ACE-inhibisyon aktivitesi değerleri

Beyaz peynir örneklerinde 1, 60 ve 120. günlerde ACE-inhibisyon aktivitesinin belirlenmesine ilişkin değerler Şekil 4.37 ve 4.38 'de verilmiştir.

ACE inhibitör peptitler peynir olgunlaşması süresince laktik asit bakterilerinin hücre duvar proteinazları ve intraselüler peptitazları tarafından ortaya çıkmaktadır. Peynirde ACE inhibitör peptitlerin etkinliği peynirin olgunlaşma düzeyi ile ilişkilidir (Meisel ve ark. 1997). Funglsang ve ark. (2003a), *Lb. helveticus* türlerinin genel olarak ACE inhibitör peptit üretiminde *Lc. lactis* türlerine göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

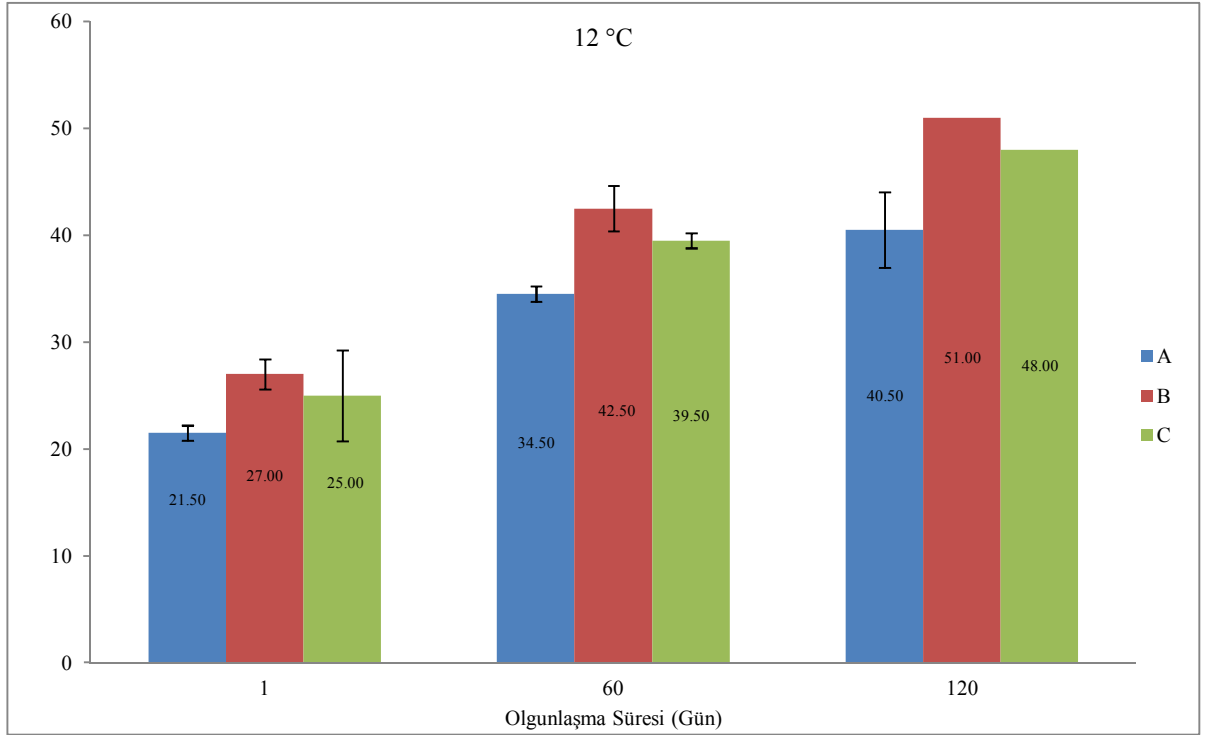


Şekil 4.37. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve 6 °C'de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerdeki ACE-inhibisyon aktivitesi oranları

Çalışmada ACE-inhibisyon aktivitesi olgunlaşmanın 1., 60. ve 120. günlerinde 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde en yüksek değerde (% 51) bulunmuştur. 6 °C'de olgunlaştırılan B ve C peynirlerinde ise olgunlaşmanın 120. gününde ACE-inhibisyon aktivitesi eşit oranda olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe A, B ve C peynirlerinin ACE-inhibisyon

aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır. *Lb. helveticus*' un 6 °C'de olgunlaşmanın 60. gününde ulaştığı ACE-inhibisyon oranına, klasik kültürle üretilen A peynirleri ancak 12 °C'de olgunlaşmanın 120. gününde ulaştığı belirlenmiştir. *Lb. helveticus*'un yüksek proteolitik aktivitesi bu türlerin antihipertansif kapasitelerinin arttırmaktadır.

Olgunlaşma sıcaklığının ve süresinin artmasıyla ACE-inhibisyon aktivitesinin daha yüksek oranlara ulaştığı belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ve sıcaklığının artmasıyla peynirlerin proteoliz düzeyleri artmış, buna paralel olarak da ACE-inhibisyon aktivitesinde artış olmuştur. 8 °C 'de olgunlaştırılan Cheddar peynirlerinde 4 °C' ye göre daha yüksek değerde olduğu bildirilmiştir (Ong ve Shah 2008b).



Şekil 4.38. Yardımcı kültürle (■: A peyniri, ■: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve 12 °C'de olgunlaştırılan Beyaz peynirlerdeki ACE-inhibisyon aktivitesi oranları

Smacchi ve Gobbetti (1998), çeşitli İtalyan tipi peynirlerinde Crescenza (% 37), Mozeralla (% 59), Gorgonzola (% 80) ve İtalico (% 82) oranında ACE-inhibisyon aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir.

Ryhänen ve ark. (2001), Festivo peynirlerinde ACE-inhibisyonunun olgunlaşmanın 6. haftasında % 10, 13. haftasında ise % 50 oranında olduğunu bildirmişlerdir.

Gomez-Ruiz ve ark. (2002), farklı starter kültürlerle ürettikleri ve 8 ay olgunlaştırılan Manchego peynirlerinde ACE-inhibitör peptitlerin aktivitesi belirlenmiş ve aktif 8 fraksiyondan üçünün % 80 üzerinde aktivite gösterdiği diğerlerinin ise % 40-80 arasında değer aldığı bildirilmiştir.

Gomez-Ruiz ve ark. (2006), çeşitli İspanyol peynirlerde (Cabrales, Idiazabal, Roncal, Manchego, Goat ve Mahon) ACE-inhibisyon aktivitesini belirledikleri çalışmada proteoliz oranı en yüksek olan 4 ay olgunlaştırılmış Cabrales peynirlerinde ACE-inhibisyon aktivitesinin de en yüksek oranda (% 76.1) olduğunu, diğer peynirlerinde % 56-70 arasında ACE-inhibisyon aktivitesi gösterdiği bildirmişlerdir.

Sieber ve ark. (2009), çeşitli peynirlerde ACE-inhibisyon aktivitesini belirledikleri çalışmada, Emmental (% 48.8), Edam (% 56.2), Norvegia (% 61.7), Cheddar (% 66) peynirlerinde oranında ACE-inhibisyon aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir.

Meyer ve ark. (2009), yedi çeşit İsviçre tipi peynirde; Tete de Moine ve Vacherin fribourgeois (60-210 gün), Appenzell ve Tilsit (90-300 gün Gruyere), Emmental ve Gruyere (120-540 gün), Bernese Hobelkase (360-720 gün) farklı olgunlaşma sürelerinde ACE-inhibisyon aktivitesini belirlemişlerdir. Çalışmada, Emmental peynirlerinin başlangıçta düşük olan ACE-inhibisyonu olgunlaşmanın ilerlemesiyle artarak en yüksek seviyeye ulaştığı bunun aksine, Gruvyere peynirlerinde başlangıçta yüksek olan ACE-inhibisyon olgunlaşmanın ilerlemesiyle azaldığı belirlenmiştir. Tilsit peynirinde 7-9 ay arası maksimum ACE-inhibisyonu gözlendiğini Tete de Moine ve Vacherin fribourgeois peynirlerinde daha erken sürede optimum aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir. Buradan farklı peynir çeşitleri ve üretim şartlarının ACE-İnhibisyonunun gelişiminde etkili olduğu söylenebilir.

Wang ve ark. (2011), *Lc. lactis* ve *Lc. cremoris* klasik starter kültür içeren ve kontrol peyniriyle karşılaştırılmak amacıyla yardımcı kültür olarak da *Lb. helveticus* ND01 ilave edilen Gouda peynirlerinde, ACE-inhibitör peptit içeriğinin *Lb. helveticus* ilavesi ile arttığını ve ACE-inhibitör aktivitesinin *Lb. helveticus* ND01 içermeyen kontrol peynirlerine göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Peynilerde proteolitik ve otolitik özelliği yüksek suşların kullanımı ACE-inhibitör peptit içeriğinin artmasına, olgunlaşma süresinin ilerlemesi, yüksek olgunlaşma sıcaklığını ile de bu peptitlerin daha yüksek konsantrasyonlarında meydana gelmektedir. Buna paralel olarak ACE-inhibisyon aktivitesinde artmasında önemli bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

4.5. Mikrobiyolojik analizler

1, 30 ve 90 günlük depolama süresindeki beyaz peynirlere ait mikrobiyolojik analiz sonuçları \log_{10} olarak Çizelge 4.26'da ve varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.27'de verilmiştir.

4.5.1. Koliform grubu bakteri sayımı

Çalışmada kültür ilavesinden sonra ve peynirin 1., 20., 30., 60., 90. ve 120. gün depolama süresinde alınan örneklerde koliform grubu bakteri tespit edilememiştir.

Tayar (1995) tarafından geleneksel yöntemle üretilen Beyaz peynirlerde koliform bakteri sayısı 1-7.63 kob/g arasında tespit edildiği bildirilmiştir.

Kayagil (2006) tarafından geleneksel starter kültür ile üretilen Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca koliform bakteri tespit edilmediği bildirilmiştir.

Kılıç ve ark. (2009) ürettikleri Beyaz peynir örneklerinde buldukları koliform bakteri sayılarının peynir standartlarına göre kabul edilebilir değerler arasında olduğunu bildirmişlerdir.

4.5.2. De Man Rogosa Sharpe agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı

Çalışmada kültür ilavesinden sonra peynirin 1., 20., 30., 60., 90. ve 120. gün depolama sonunda alınan örneklerde tespit edilen değerler Çizelge 4.26'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.39'da verilmiştir. Üretimde MRS Agar'da gelişen laktobasillerin sayısı 120 günlük olgunlaşma süresi sonunda B peynirlerinde 6 °C'de ve 12 °C'de sırasıyla 3.24-3.48 kob/g, C peynirlerinde ise sırasıyla 5.54-6.28 kob/g olarak bulunmuştur.

C peynirlerinde maksimum sayıda LAB varlığı olgunlaşmanın 30. gününde saptanırken en düşük sayıya ise olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar, peynirde olgunlaşma boyunca, otolizle birlikte starter bakteri sayısında bir azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir (Crow ve ark. 1995). Buna göre deneme metaryali Beyaz peynirde de

olgunlaşma süresinde, LAB sayısının azalması bakteri lizisi ve hücre ölümleri ile açıklanabilir.

Farklı olgunlaşma sıcaklıklarının bakteri gelişimi üzerinde etkili olduğu ve tüm olgunlaşma aşamalarında, 12 °C’de gelişen bakteri sayısının 6 °C’de gelişen bakteri sayısından fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Grana peynirlerinin proteolizi üzerine peptitolitik aktivitesi yüksek olan *Lb. casei*’nin hücre lizisinin etkisinin belirlendiği çalışmada, *Lb. casei* hücrelerinde olgunlaşmanın ikinci ayından sonra maksimum gelişim ve ölüm gerçekleştiğini bildirmişlerdir ve olgunlaşmanın 4. ayında bakteri sayısının 6.34 kob/g olduğu bildirilmiştir (Scolari ve Vescovo 2005).

Çizelge 4.26. .Peynir Örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Peynir Örnekleri	Olgunlaşma Süresi (Gün)	Olgunlaşma Sıcaklığı (°C derece)					
		Laktobasil		Laktokok		maya-küf	
		6	12	6	12	6	12
A	1	TE	TE	6.06±0.02	6.06±0.02	1.18±0.01 ^A	1.18±0.01 ^a
	20	TE	TE	6.26±0.00 ^B	6.66±0.26 ^a	TE	TE
	30	TE	TE	6.18±0.10 ^B	6.27±0.01 ^b	1.70±0.18 ^A	2.48±0.15 ^a
	60	TE	TE	6.64±0.01 ^C	6.04±0.07 ^a	TE	TE
	90	TE	TE	5.84±0.03 ^A	6.36±0.05 ^a	2.84±0.01 ^A	2.81±0.02 ^a
	120	TE	TE	6.55±0.01 ^B	6.42±0.03 ^b	TE	TE
B	1	4.30±0.00	4.30±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	1.00±0.00 ^A	1.00±0.00 ^a
	20	4.51±0.02 ^B	4.54±0.01 ^b	5.67±0.03 ^A	6.28±0.05 ^a	TE	TE
	30	3.32±0.11 ^B	3.86±0.02 ^b	5.83±0.00 ^B	5.93±0.21 ^a	1.92±0.00 ^A	1.84±0.00 ^b
	60	3.02±0.04 ^B	3.81±0.03 ^b	5.87±0.01 ^A	5.99±0.04 ^a	TE	TE
	90	3.00±0.00 ^B	3.56±0.03 ^b	5.94±0.06 ^B	6.49±0.08 ^{ab}	2.00±0.12 ^A	2.17±0.21 ^a
	120	3.24±0.34 ^B	3.48±0.00 ^b	7.11±0.10 ^C	7.15±0.17 ^c	TE	TE
C	1	6.04±0.05	6.04±0.05	6.10±0.14	6.10±0.14	1.18±0.02 ^A	1.18±0.02 ^a
	20	6.17±0.02 ^C	6.48±0.03 ^c	6.41±0.01 ^C	6.63±0.27 ^a	TE	TE
	30	6.30±0.00 ^C	6.57±0.01 ^c	6.32±0.09 ^B	6.65±0.07 ^c	2.10±0.03 ^A	1.88±0.02 ^b
	60	5.95±0.00 ^C	6.02±0.03 ^c	6.47±0.03 ^B	6.56±0.06 ^b	TE	TE
	90	5.65±0.07 ^C	6.35±0.04 ^c	6.54±0.03 ^C	6.65±0.00 ^b	2.44±0.01 ^A	2.47±0.00 ^a
	120	5.54±0.09 ^C	6.28±0.01 ^c	6.33±0.04 ^A	6.71±0.02 ^a	TE	TE

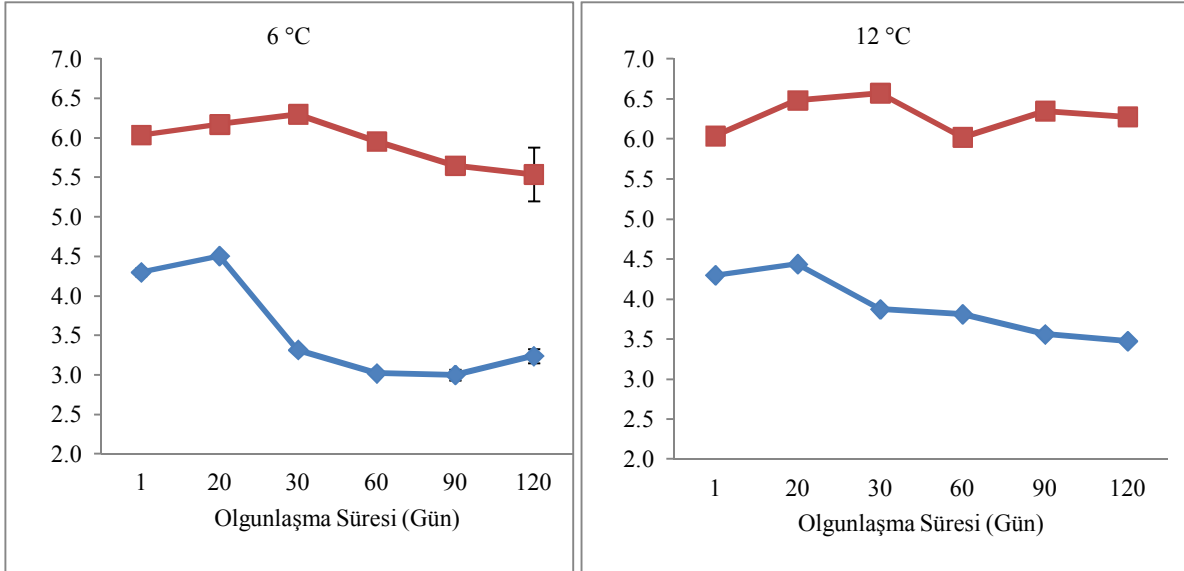
^{A,B,C}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 6 C’de olgunlaştırılan peynirler
^{a,b,c}: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 12 C’de olgunlaştırılan peynirler
 TE: Tespit edilemedi

Hynes ve ark. (2003) tarafından starter kültür olarak *Lc. lactis*, *Lc. cremoris* ve yardımcı kültür olarak da *Lb. casei*'nin kullanıldığı peynirlerde olgunlaşmanın 28. gününde 5.3-8.43 kob/g arasında *Lc. lactis* + *Lc. cremoris* miktarının olduğunu, *Lb. casei*'nin ise 7.97-8.54 kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Coeuret ve Dubernet (2003) yaptıkları çalışmada Emmental peynirlerde lactobasillerin olgunlaşma süresince su aktivitesi, tuza karşı olan duyarlılıkları ve türlerin otoliz gücüne bağlı olarak miktarlarına hızlı bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.27. Örneklerin laktobasil değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	0.843	0.510
Sıcaklık (S)	1.131	0.297
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	1.158	0.329
OS × S	1.125	0.357
S × YKF	1.126	0.339
OS × YKF	0.844	0.573
OS × S × YKF	1.126	0.374



Şekil 4.39. Yardımcı kültürle (♦: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin laktobasil miktarları

Sarantinopoulos ve ark. (2002) farklı kültür kombinasyonları kullanarak ürettikleri Feta peynirlerinde termofilik laktobasillerin olgunlaşmanın ilk gününden itibaren artış, olgunlaşmanın 60. gününden sonra ise yavaş bir şekilde azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresi, sıcaklık, yardımcı kültür farklılığı ve bu parametrelerin birbirleri ile interaksyonu laktobasil gelişimi üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur. B ve C peynirlerinde 120 günlük olgunlaşma süresince 6 °C’de ve 12 °C’de gelişen laktobasillerin miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.5.3. M17’de gelişen laktik asit bakteri sayımı

Çalışmada kültür ilavesinden sonra peynirin 1, 30, 60, 90 ve 120 günlük depolama süresi boyunca alınan örneklerde tespit edilen değerler Çizelge 4.26’da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.39’da verilmiştir. M17 Agar’da gelişen laktokokların sayısı 120 günlük olgunlaşma süresi sonunda A peynirlerinde 6 °C’de ve 12 °C’de sırasıyla 6.55-6.42 kob/g, B peynirlerinde 7.11-7.15 kob/g, C peynirlerinde ise 6.33-6.71 kob/g olarak bulunmuştur.

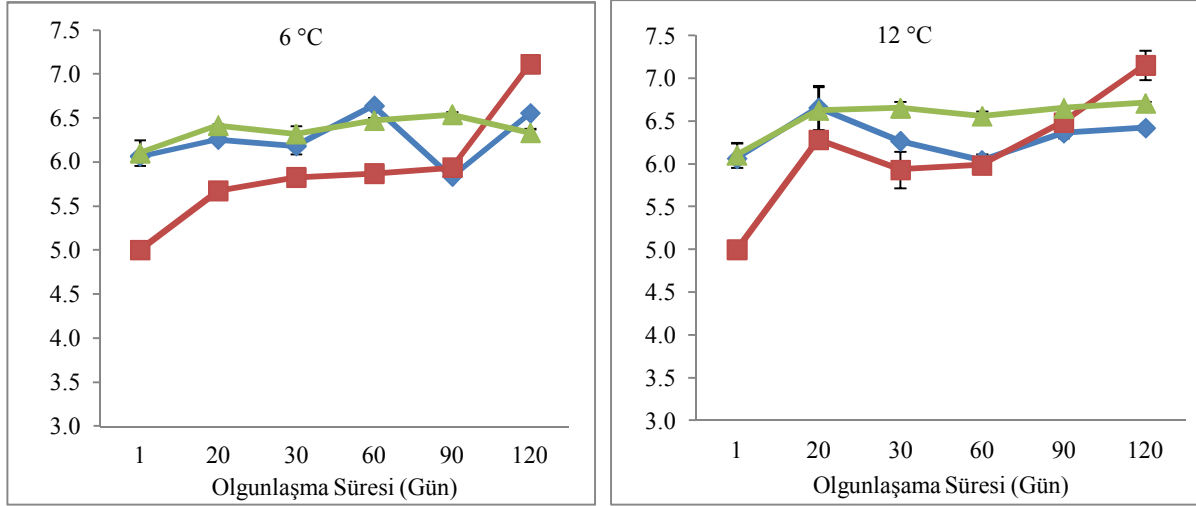
Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresi, sıcaklık, yardımcı kültür farklılığı ve bu parametrelerin birbirleri ile interaksyonu laktokokların gelişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). A ve C peynirlerinde olgunlaşma süresinin 30. gününde 6 °C’de gelişen laktokok miktarları arasında önemli bir fark bulunmazken, olgunlaşmanın diğer aşamalarında A, B ve C peynirlerinde 6 °C’de gelişen laktokok miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Örneklerin laktokok değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	214.861	0.000
Sıcaklık (S)	58.277	0.000
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	148.553	0.000
OS × S	34.120	0.000
S × YKF	16.568	0.000
OS × YKF	99.318	0.000
OS × S × YKF	18.452	0.000

12 °C’de gelişen laktokok sayıları ise, olgunlaşmanın 30. gününden itibaren farklılık göstermektedir. Olgunlaşmanın 30., 90. ve 120. günlerinde Beyaz peynir örneklerinin

laktokok sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır. Fakat olgunlaşmanın 60. gününde A peynirleri ile B peynirlerinde gelişen laktokok sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.26). Olgunlaşma sıcaklığı arttıkça B ve C peynirlerinde gelişen laktokok sayısında artış olduğu ve bu artışın 120 günlük depolama süresince devam ettiği saptanmıştır.



Şekil 4.40. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin laktokok miktarları

4.5.4. Maya ve küf sayısı

Çalışmada kültür ilavesinden sonra peynirin 1., 30. ve 90. günlerinde örneklerde tespit edilen değerler Çizelge 4.26'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.41'de verilmiştir. Patato Dextrose Agar 'da gelişen maya-küf sayısı A peynirlerinde 6 °C'de ve 12 °C'de sırasıyla 2.84-2.81 kob/g, B peynirlerinde 2.00-2.17 kob/g, C peynirlerinde ise 2.44-2.47 kob/g olarak bulunmuştur. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde gelişen maya-küf sayısında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Maya-küf sayısında meydana gelen artışın depolama süresince azalan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

Tayar (1995), üç farklı Beyaz peynir örneğinde 90 günlük olgunlaştırma sürecinde maya küf sayısının 3.07 ile 7.30 kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir.

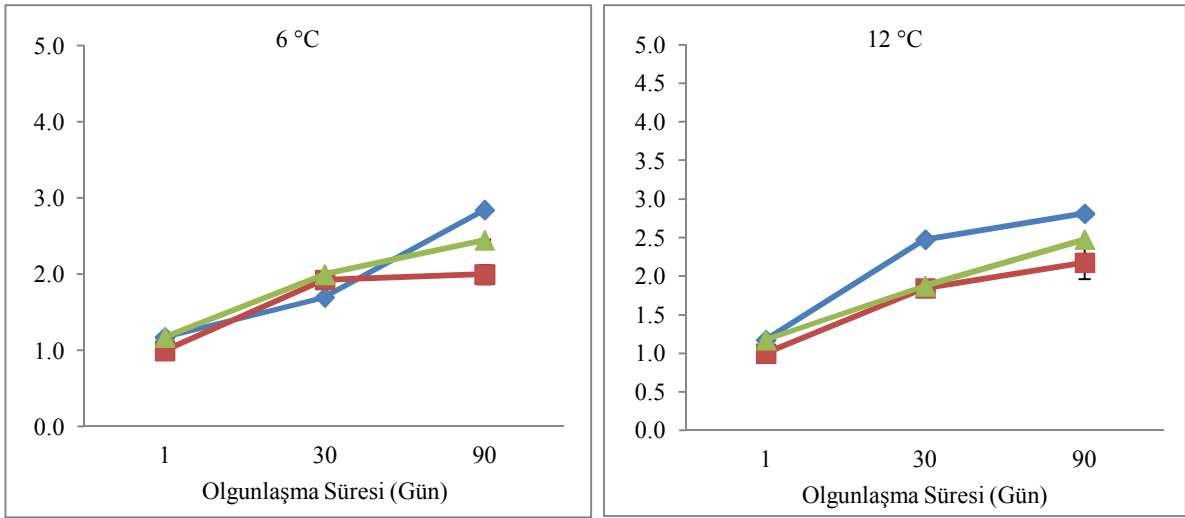
Öner ve ark. (2006) ise, çiğ süttten üretilen ve 105 gün olgunlaştırılan salamura Beyaz peynir örneklerinde maya küf sayısını 3.74-5.37 kob/g arasında tespit etmişlerdir.

Tosun (2009), toplam maya ve küf sayılarını olgunlaşma periyodu boyunca 4.43 kob/g'dan 4.92 kob/gr'a kadar bir artış gösterdiğini bildirmiştir.

Farklı kombinasyonlardaki starter kültür karışımları ile üretilen Beyaz peynirlerde olgunlaşmanın 30. gününde maya küf sayısının 5.38-6.04 kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Kayagil ve Gürakan 2009).

Yangılar (2010), farklı kültürler kullanarak ürettiği ve 60 gün süreyle olgunlaştırdığı Beyaz peynirlerde maya-küf sayılarının <1 kob/g-2,72 kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Maya ve küf sayısı olgunlaşma süresince azalmakla birlikte, varlığını devam ettirdiği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Gerasi ve ark. 2003, Guizani ve ark. 2006).

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresinin 90. gününde A, B ve C peynirlerinde 6 °C ve 12 °C'de gelişen gelişen may-küf miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.26).



Şekil 4.41. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin maya-küf miktarları

4.6. Peynirlerin tekstür profil analizleri

Gıdaların tekstürünü belirlemede kullanılan en yaygın metod tekstür profil analizidir (TPA). TPA'da yedi temel mekanik tekstür parametresi bulunmakta ve bunlar güç-zaman eğrisi ile

gözlemlenmektedir (Chevanan ve ark. 2006). Bunlar; sertlik, kırılgenlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, esneklik, sakızimsılık ve çignenebilirliktir. Çizelge 4.30'da peynirlerde olgunlaşma süresince meydana gelen tekstür kriterlerindeki değişimler verilmiştir.

Çizelge 4.29. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tekstür profil analizlerine ilişkin değerler

Özellikler	Günler	A		B		C	
		6 °C	12 °C	6 °C	12 °C	6 °C	12 °C
Sertlik (N)	1	5.35±0.24		8.54±6.09		6.25±4.41	
	30	4.88±0.53 ^B	6.53±0.58 ^b	12.21±2.62 ^C	12.72±7.62 ^b	6.25±4.09 ^A	8.79±47.98 ^a
	60	3.24±1.70 ^A	5.46±2.09 ^a	12.22±1.23 ^B	11.25±5.74 ^a	3.44±.088 ^A	10.25±3.15 ^a
	90	3.07±0.48 ^A	4.75±0.07 ^a	4.72±0.49 ^A	8.13±0.55 ^a	3.66±0.05 ^A	6.70±2.85 ^a
	120	3.02±0.37 ^B	3.16±0.34 ^b	3.15±0.53 ^B	4.86±4.20 ^b	1.88±0.80 ^A	1.85±0.03 ^a
İç Yapışkanlık	1	0.35±0.04		0.35±0.03		0.37±0.03	
	30	0.40±0.01 ^A	0.36±0.03 ^a	0.35±0.03 ^A	0.29±0.03 ^a	0.41±0.07 ^A	0.35±0.01 ^a
	60	0.30±0.06 ^A	0.34±0.07 ^b	0.32±0.04 ^A	0.32±0.01 ^a	0.34±0.03 ^A	0.31±0.01 ^a
	90	0.32±0.05 ^A	0.26±0.02 ^a	0.22±0.02 ^A	0.25±0.03 ^a	0.31±0.02 ^A	0.21±0.07 ^a
	120	0.30±0.02 ^{AB}	0.36±0.02 ^b	1.66±0.04 ^B	0.24±0.00 ^b	0.21±0.04 ^A	0.36±0.03 ^a
Çignenebilirlik (Nmm)	1	1.35±0.26		2.04±1.37		1.69±1.16	
	30	1.47±0.08 ^A	1.71±0.01 ^a	3.02±0.31 ^A	2.74±2.05 ^a	2.13±1.75 ^A	2.32±2.19 ^a
	60	0.68±0.53 ^{AB}	1.36±0.87 ^a	2.83±0.07 ^B	2.45±1.23 ^a	0.81±0.27 ^A	2.21±0.84 ^a
	90	0.65±0.23 ^A	1.11±0.24 ^a	0.64±0.17 ^A	2.16±1.42 ^b	1.27±0.84 ^A	0.93±0.63 ^a
	120	0.58±0.05 ^B	0.77±0.00 ^b	1.33±0.92 ^B	0.65±0.55 ^b	0.21±0.12 ^A	1.34±0.73 ^a
Esneklik (mm)	1	0.70±0.03		0.71±0.03		0.73±0.03	
	30	0.76±0.01 ^A	0.73±0.02 ^a	0.72±0.03 ^A	0.71±0.08 ^a	0.74±0.06 ^A	0.70±0.06 ^a
	60	0.64±0.08 ^A	0.69±0.05 ^a	0.73±0.03 ^A	0.70±0.01 ^a	0.68±0.01 ^A	0.69±0.02 ^a
	90	0.70±0.06 ^A	0.67±0.03 ^a	0.50±0.00 ^B	0.64±0.04 ^a	0.67±0.06 ^A	0.57±0.06 ^a
	120	0.63±0.10 ^B	0.69±0.03 ^b	0.64±0.05 ^B	0.55±0.05 ^a	0.47±0.06 ^A	0.64±0.02 ^{ab}
Sakızimsılık (N)	1	1.92±0.30		2.85±1.83		2.27±1.48	
	30	1.93±0.14 ^A	2.32±0.03 ^a	4.17±0.51 ^B	3.72±2.50 ^a	2.73±2.14 ^A	3.14±2.85 ^a
	60	1.02±0.70 ^A	1.92±1.11 ^a	3.87±0.02 ^B	3.50±1.70 ^a	1.19±0.40 ^A	3.16±1.07 ^a
	90	0.96±0.27 ^A	1.28±0.24 ^a	2.13±0.56 ^B	3.31±2.01 ^a	1.84±1.09 ^A	1.51±0.99 ^a
	120	0.88±0.01 ^B	1.12±0.04 ^b	1.93±1.14 ^B	1.15±0.95 ^b	0.42±0.21 ^A	1.29±1.09 ^b
Dış Yapışkanlık (Nmm)	1	-0.04±0.03		-0.04±0.09		-0.05±0.03	
	30	-0.04±0.01 ^A	-0.04±0.01 ^a	-0.02±0.00 ^A	-0.06±0.01 ^a	-0.04±0.04 ^A	-0.06±0.00 ^a
	60	-0.06±0.06 ^A	-0.03±0.05 ^a	-0.02±0.05 ^A	-0.03±0.00 ^a	-0.06±0.01 ^A	-0.04±0.01 ^a
	90	-0.05±0.04 ^A	-0.03±0.00 ^a	-0.06±0.01 ^A	-0.07±0.03 ^a	-0.05±0.00 ^A	-0.07±0.00 ^a
	120	-0.05±0.02 ^A	-0.05±0.00 ^a	-0.04±0.02 ^A	-0.10±0.02 ^a	-0.09±0.03 ^A	-0.07±0.00 ^a

^{A,B,C}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 6 C'de olgunlaştırılan peynirler

^{a,b,c}; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 12 C'de olgunlaştırılan peynirler

4.6.1. Sertlik

Sertlik (hardness), uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür (Szczesniak 2002), veya belli bir deformasyona ulaşmak için gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Ak ve Lokumcu-Altay 2011). Sertlik ile nem arasında ters bir ilişki söz konusudur. Nem oranı arttıkça sertlik azalmaktadır (Ertaş ve Doğruer 2010).

Peynirin tekstürünü; peynirin pH'sı, kurumadde ve tuz içeriği, proteoliz oranı ve derinliği etkilemektedir (Lawrence ve ark. 1987). Peynir tekstüründe meydana gelebilecek yumuşama, olgunlaşmanın başlangıcında pıhtılaştırıcı enzimlerin α_{s1} -kazeinin Phe₂₃-Phe₂₄ bağlarından hidolize edilmesiyle başlamakta, daha sonra α_{s1} -kazein ve diğer kazeinlerin parçalanmasıyla devam etmektedir (Yaşar 2007).

Çizelge 4.29 ve Şekil 4.42' den de görüldüğü gibi olgunlaşma sürecinde A, B ve C peynirlerinin sertlik değerlerinde azalış olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.29' dan da görüldüğü gibi sertlik değerlerinin A, B ve C peynirlerinin farklı değerlerde olduğu ve bu durumun depolama süresince devam ettiği saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin sertlik değerleri arasında önemli bir fark bulunmuştur. Olgunlaşma sıcaklığına bağlı olarak 12 °C'deki sertlik değerleri A ve C peynirlerinde daha yüksek değerlerde bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Örneklerin sertlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

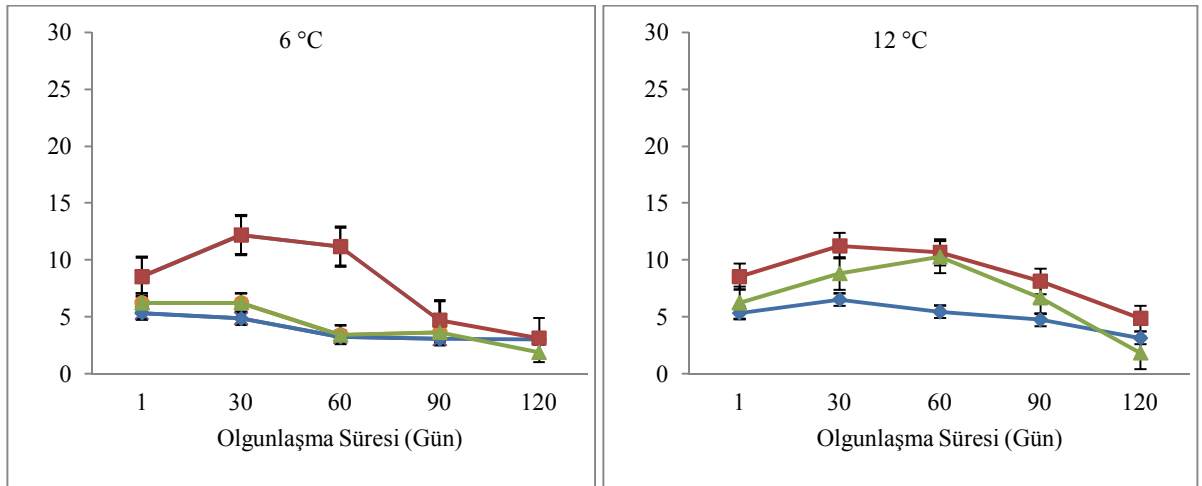
Varyasyon Kaynakları	<i>F</i>	<i>P</i>
Olgunlaşma Süresi (OS)	5.628	0.002
Sıcaklık (S)	4.514	0.043
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	7.468	0.003
OS × S	0.375	0.785
S × YKF	0.353	0.706
OS × YKF	0.740	0.656
OS × S × YKF	0.349	0.904

Bertola ve ark. (2000), olgunlaşma sıcaklığının artması ile Gouda peynirlerinde yumuşamanın arttığının tekstürel analizlerle (yumuşama ve baskı testleri) belirlendiğini bildirmişlerdir.

Kandarikis ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada farklı sıcaklık derecelerinde olgunlaştırdıkları Feta peynirlerinin sertlik değerlerinin sıcaklık artışı ile arttığını yüksek sıcaklıkta

olgunlaştırılan peynirlerin sertlik değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu da daha düşük pH değerine ve yüksek protein içeriğine bağlamaktadırlar. Bilindiği gibi yüksek asidite ve protein içeriği peyniri daha sert ve daha az kırılabilir yapmaktadır. Fenelon ve ark. (1999), iki farklı sıcaklıkta 240 gün olgunlaştırdıkları Cheddar peynirlerinde daha yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirlerin proteoliz oranı yüksek olmasından dolayı daha yumuşak olduklarını bildirmişlerdir. Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi 12 °C'de olgunlaştırılan C peynirlerinin sertlik değerleri 6 °C'de olgunlaştırılan B peynirlerinin sertlik değerlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum B peynirlerinde proteoliz düzeyinin fazla olmasıyla açıklanabilmektedir.

Romeih ve ark. (2002), ürettikleri az yağlı Beyaz peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince meydana gelen proteolizin peynirde yumuşamaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Karami ve ark. (2009) Feta peynirlerinde 60 gün olgunlaşma sürecinde meydana gelen reolojik değişimleri inceledikleri çalışmada, olgunlaşma süresinde kazein misellerinin alt misellere ayrıldığını, proteolizin bir sonucu olarak protein matriksinin yeniden düzenlenerek yeni bağların oluştuğunu ve bunun peynirin sertliği üzerine önemli bir etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.42. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin sertlik değerleri

Fathollahi ve ark. (2010), İran Beyaz peynirlerinde tekstürel değişimlerde proteoliz, α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanmasının önemli bir faktör olduğunu ve peynirin sertlik değerlerini

etkilediğini ve olgunlaşma süresinde peynir tekstürünün yumuşamasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda, olgunlaşma süresi, olgunlaşma sıcaklığı ve yardımcı kültür farklılığının peynirin sertlik değerleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğu, farklı starter kullanımını ve olgunlaşma sıcaklığı interaksyonunun ise önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.29). 6 °C’de depolanan A, B ve C peynirlerinin olgunlaşma süresinin 30. günündeki sertlik değerleri, B peynirlerinin 60. günündeki sertlik değerleri ve 6 °C ve 12 °C’de depolanan C peynirlerinin 120. günündeki sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.6.2. İç yapışkanlık

İç yapışkanlık (cohesiveness), peynirin ikinci sıkıştırmaya gösterdiği mukavemet şeklinin, sıkıştırmadaki davranışına oranı olarak ifade edilmektedir (Koca 2002).

Çizelge 4.30’den de görüldüğü gibi iç yapışkanlık değerlerinin olgunlaşmanın 1. gününde A, B ve C peynirlerinde yakın değerlerde olduğu saptanmıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, depolama süresi, yardımcı kültür kullanımı iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisi önemli bulunurken, depolama sıcaklığının peynirlerin iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisinin önemli olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.31).

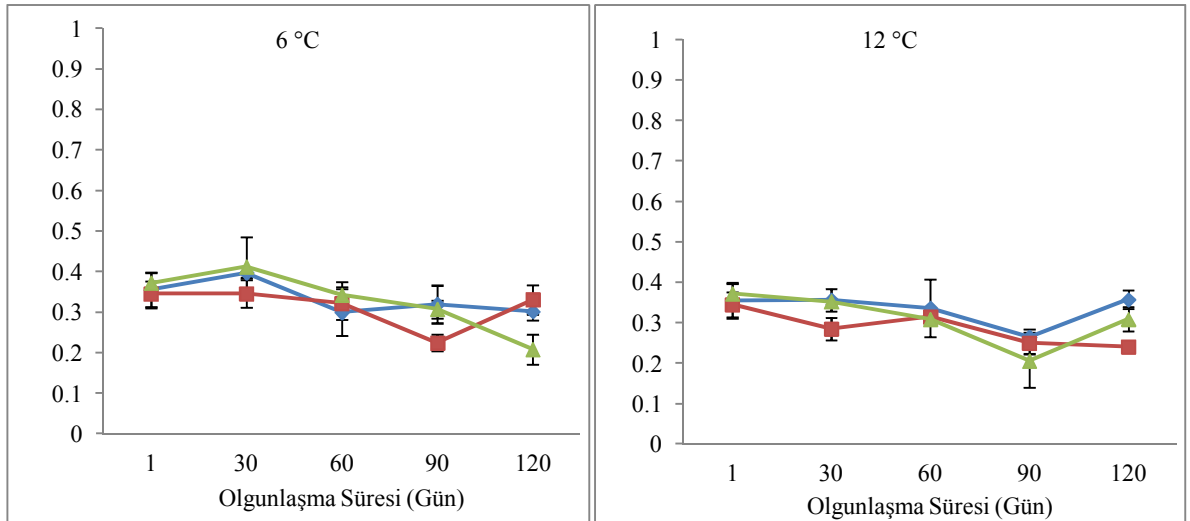
Çizelge 4.31. Örneklerin iç yapışkanlık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	12.712	0.000
Sıcaklık (S)	3.212	0.084
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	7.468	0.003
OS × S	2.877	0.054
S × YKF	0.353	0.706
OS × YKF	1.430	0.229
OS × S × YKF	3.556	0.010

Şekil 4.43 incelendiğinde, Beyaz peynirlerin iç yapışkanlık değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. A, B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresi içinde görülen bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur.

Peynirde iç yapışkanlık proteoliz ile ters orantılı olarak değişmektedir. Olgunlaşma ilerledikçe proteoliz artışı ile birlikte iç yapışkanlık değerinde bir azalma meydana gelmektedir (Dabour ve ark. 2006). TPA analizlerinde iç yapışkanlık değerleri, pH değerinin düşmesi ile ilişkili olarak da azalmaktadır. Peynir kitlesinin pH'sında meydana gelen azalma kazein misellerinin küçük agregatlara yavaş yavaş ayrılmasıyla ilişkilidir. Azalan pH ile kazeinin misellerinin bütünlüğü kaybolur (Roginski ve ark. 2003).

Jooyandeh (2009), İran tipi Beyaz peynirleri üzerine yaptığı çalışmada, olgunlaşma süresince iç yapışkanlık değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Olgunlaşma sürecinde salamuradan peynire geçiş yapan suyun nem içeriğinde artışa neden olduğu, bu durumun peptit bağlarının yıkımı ve yeni iyonik grupların oluşumuna katkıda bulunduğu ifade edilmektedir (Hayaloğlu ve ark. 2005).

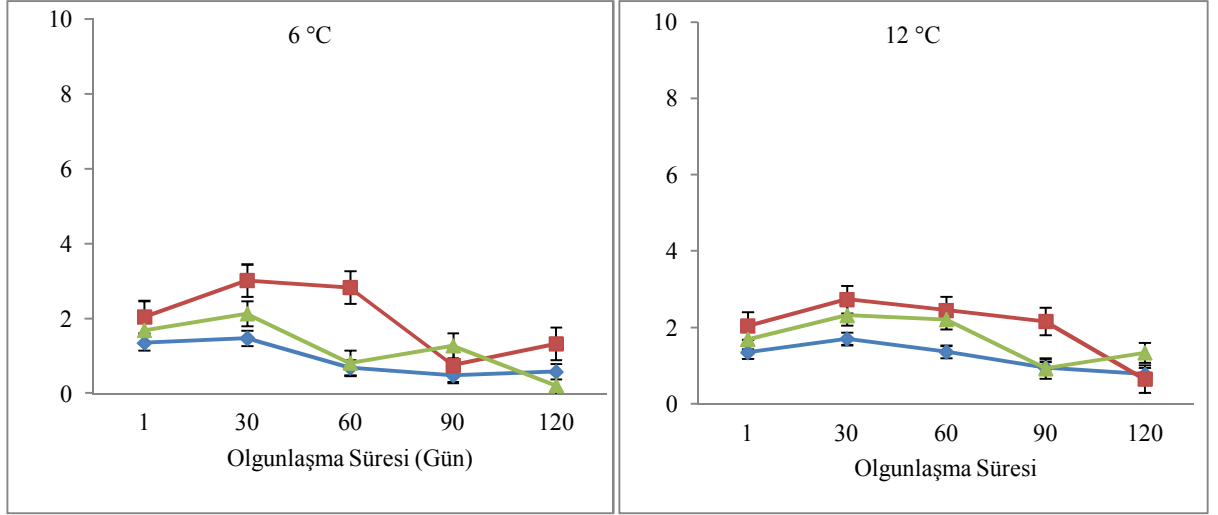


Şekil 4.43. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin iç yapışkanlık değerleri

4.6.3. Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik, katı gıdalar için geçerlidir. Çiğnenebilirlik; sertlik, iç yapışkanlık ve esneklik parametrelerinin çarpımı ile hesaplanan bir parametredir. Çiğnenebilirlik (chewiness) bir gıdanın yutmaya hazır duruma getirilmesi için harcanan enerji, çiğneme süresi ve çiğneme sayısı ile ilgili bir özelliktir (Szczeniak 2002).

Çizelge 4.30'dan da görülebileceği gibi peynirlerin çiğnenebilirlik değerleri olgunlaşmanın başlangıcında birbirinden farklı değerlerde bulunmuştur. Peynirlerin 6 °C'deki çiğnenebilirlik değerleri düzensiz bir değişim gösterirken 12 °C'deki çiğnenebilirlik değerlerini azalma göstermektedir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin çiğnenebilirlik değerleri

Çizelge 4.32. Örneklerin çiğnenebilirlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	4.235	0.009
Sıcaklık (S)	1.641	0.211
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	3.847	0.034
OS × S	0.383	0.920
S × YKF	0.213	0.886
OS × YKF	0.355	0.704
OS × S × YKF	0.854	0.540

Olgunlaşma süresinin 30. gününde A, B ve C peynirleri arasında 6 °C'de ve 12 °C'deki çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmazken, olgunlaşma süresinin 60. ve 90. gününde sırasıyla 6 °C ve 12 °C'deki A, B ve C peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Olgunlaşma sıcaklığına bağlı olarak 12 °C'deki çiğnenebilirlik değerleri A, B ve C peynirlerinde daha yüksek değerlerde seyretmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda olgunlaşma sıcaklığının peynirin çiğnenebilirlik değerleri

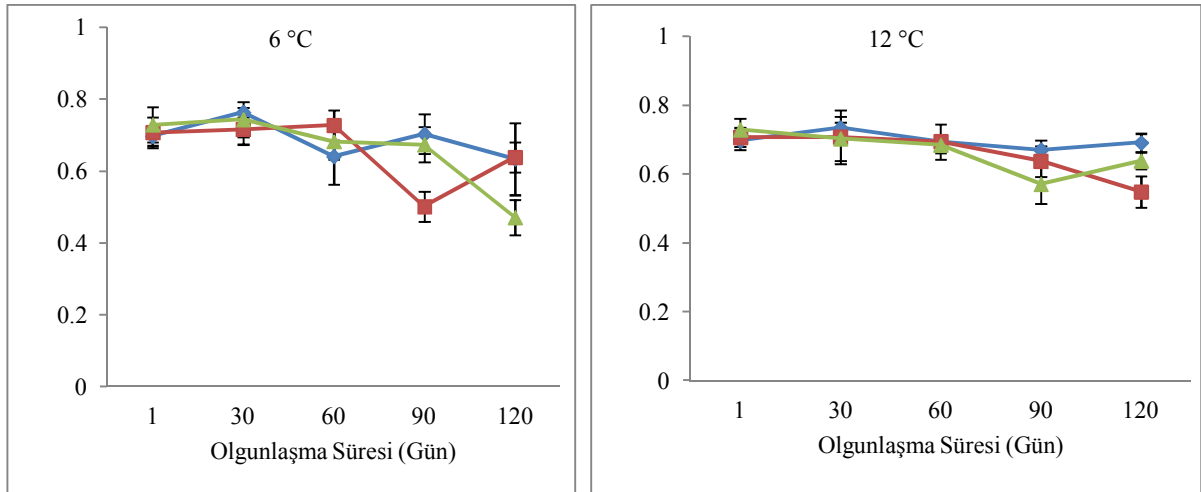
üzerine önemli düzeyde etkili olmadığı ancak olgunlaşma süresi, yardımcı kültür farklılığının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

4.6.4. Esneklik

Esneklik (springiness), peynirde birinci sıkıştırma sonrası eski durumuna geri gelme oranı olarak ifade edilir (Yaşar 2007). Duyusal terim olarak ise, dişler arasında birkez baskılanan peynirin başlangıç durumuna gelme derecesi olarak ifade edilmektedir. Esneklik gıda maddelerini plastik ya da elastik olarak sınıflandırır (Szczeniak 2002).

Çizelge 4.30'dan da görüldüğü gibi esneklik değerlerinin olgunlaşmanın 1. gününde A, B ve C peynirlerinde yakın değerlerde olduğu, depolama süresince bu değerlerde değişim meydana geldiği belirlenmiştir.

Şekil 4.45 incelendiğinde, Beyaz peynirlerin esneklik değerlerinde olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. A, B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresi içinde farklı sıcaklıkta depolanmaları esneklik değeri üzerine önemli bir etkide bulunmazken, 12 °C'de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinin esneklik değerleri 6 °C'ye göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur.



Şekil 4.45. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin esneklik değerleri

Olgunlaşma süresince pH değişimlerinin esneklik değerleri üzerinde etkili olduğunu bildirilmiştir (Upreti ve ark. 2004). Proteoliz değerlerinin yüksek olduğu durumlarda daha

düşük esneklik değerlerinin olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Upreti ve ark. 2006 a,b). Cheddar peynirlerinde olgunlaşma süresince monokalsiyum ve dikalsiyum para- kazeinat moleküllerinin hidrolize uğraması sonucunda kalsiyum iyonlarının serbest kalmasıyla peynirde esneklik değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Dabour ve ark. 2006).

Karami ve ark. (2009), UF-Feta peynirlerinde olgunlaşma süresince tekstürel özelliklerindeki değişimin incelendiği çalışmada, olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle meydana gelen lipoliz ve proteoliz reaksiyonlarının etkisi ile kazein ağının yeniden yapılanması ve peptitler arasında yeni çapraz bağlanmaların olması ile esneklik değerlerinin etkilenerek azalma meydana gelebildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin esneklik değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve yardımcı kültür kullanımının etkisinin önemli olduğu, ancak farklı sıcaklıkta depolamanın etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır. Al-Otaibi ve Wilbey (2004), farklı olgunlaşma sıcaklıklarının (5-10 °C) Beyaz peynirlerin esneklik değerleri üzerinde önemli bir etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.33. Örneklerin esneklik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	14.924	0.000
Sıcaklık (S)	0.252	0.620
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	3.414	0.048
OS × S	2.360	0.045
S × YKF	1.185	0.334
OS × YKF	0.053	0.949
OS × S × YKF	5.163	0.001

4.6.5. Sakızımsılık

Sakızımsılık (gumminess), yarı katı bir gıda maddesini yutulmaya hazır duruma getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak ifade edilir (Yaşar 2007).

Çizelge 4.30' dan da görüldüğü gibi sakızımsılık değerlerinin olgunlaşmanın 1. gününde B ve C peynirlerinde yakın değerlerde olduğu fakat A peynirinin daha düşük değerde olduğu belirlenmiştir. 120 günlük depolama süresi sonunda A, B ve C peynirlerinin sakızımsılık değerlerinin önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır ($P<0.05$).

Şekil 4.46 incelendiğinde, Beyaz peynirlerin sakızimsılık değerlerinde olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. A, B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresi içinde görülen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Peynirlerin farklı sıcaklıklarda depolanmaları sakızimsılık değeri üzerine önemli bir etkisi bulunmazken, 12 °C’de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinin sakızimsılık değerleri 6 °C’ye göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur.

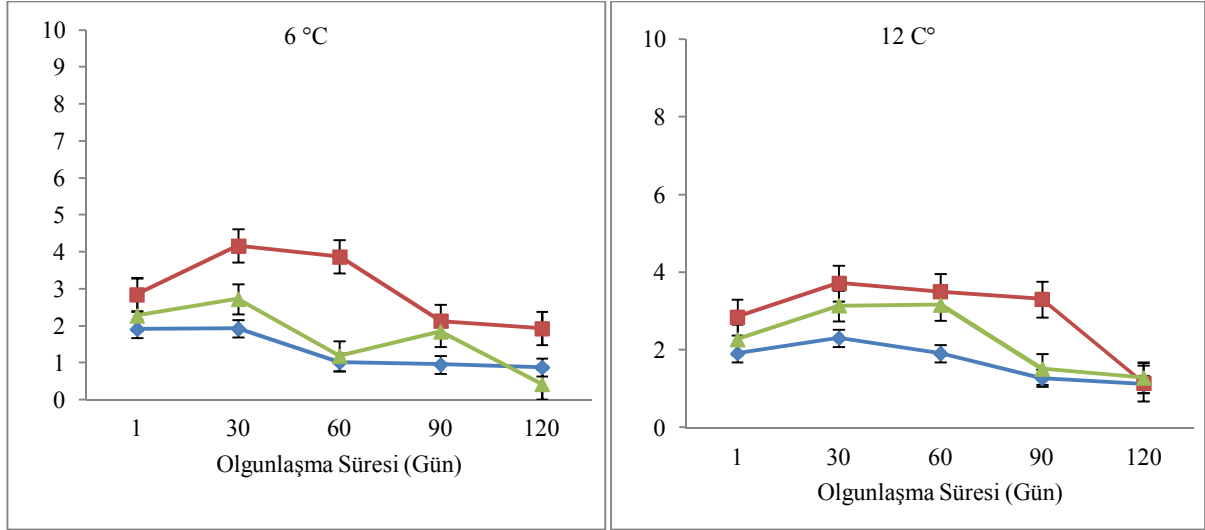
Olgunlaşma sıcaklıkları dikkate alındığında A, B ve C peynirlerinin 6 °C’de ve 12 °C’deki sakızimsılık değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Bunun yanında, depolama süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde 6 °C’de olgunlaştırılan B peynirleri ve 120. gününde 6 °C’de olgunlaştırılan C peynirlerinin sakızimsılık değerleri arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Olgunlaşma sıcaklığına bağlı olarak 12 °C’de olgunlaştırılan B peynirinin sakızimsılık değeri 6 °C’de olgunlaştırılan B peynirinden daha düşük bulunmuştur. A ve C peynirlerinde ise daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Sakızimsılık değeri, sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin çarpımı ile elde edildiği için sertlik değeri ile benzer değişim göstermiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin sakızimsılık değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve yardımcı kültür farklılığının etkisinin önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.34. Örneklerin sakızimsılık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	3.831	0.014
Sıcaklık (S)	2.081	0.161
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	5.152	0.013
OS × S	0.217	0.884
S × YKF	0.413	0.666
OS × YKF	0.341	0.942
OS × S × YKF	0.923	0.494

Piska ve Stetina (2004), farklı olgunluktaki peynirlerde, olgunlaşma derecesinin peynirin tekstürel ve reolojik özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, olgunlaşmanın artışı ile sertlik ve sakızimsılık değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.46. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin sakızimsılık değerleri

Romeih ve ark. (2002), düşük yağlı Beyaz peynirlerde kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimlerin sertlik, sakızimsılık ve esneklik gibi TPA parametreleri üzerine etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Proteoliz düzeyinin artmasıyla sakızimsılık değerlerinde azalma meydana geldiğini ve bu azalmayı kazein ağında meydana gelen gevşeme ile ilişkilendirdiklerini bildirmişlerdir.

4.6.6. Dış yapışkanlık

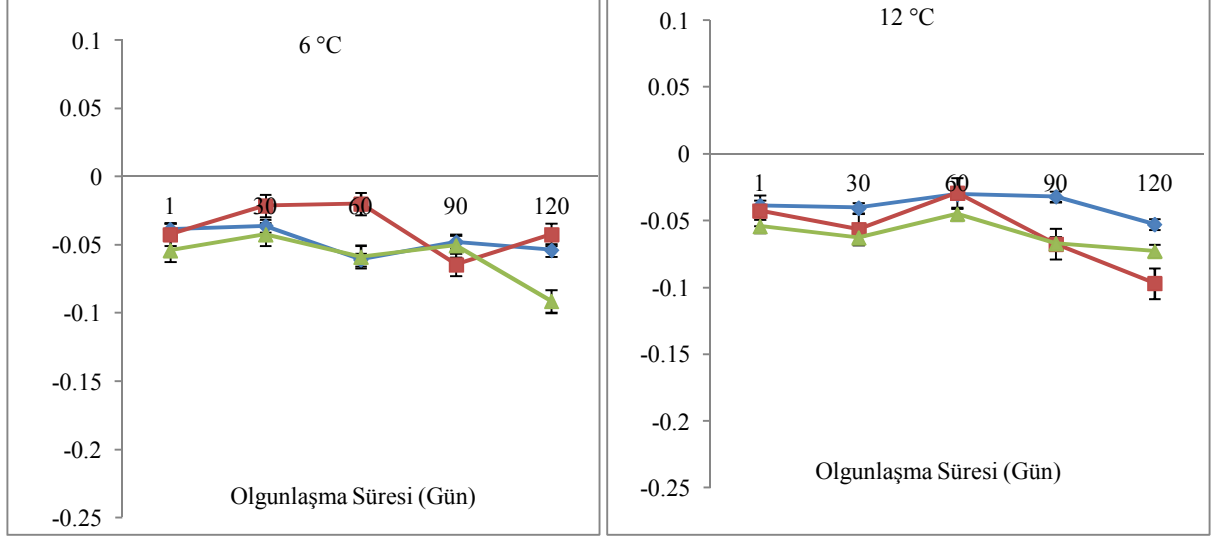
Dış yapışkanlık (adhesiveness), birinci sıkıştırma bitiminde sıkıştırma plakasına yapışmış gıda maddesini ayırmak için yapılan iş olarak ifade edilir (Ak ve Lokumcu Altay 2011). Dış yapışkanlık bir gıda maddesindeki yapışıklık, cıvıklık, nemlilik durumları ile karakterize edilebilmektedir.

Olgunlaşmanın ilerlemesiyle yüzey yapışkanlığındaki artışın anlamı peynirin daha yapışkan duruma gelmesi olarak ifade edilebilmektedir (Szczeniak 2002).

Peynirlerde yağ ve kurumaddedeki yağ oranının artması ile yüzey yapışkanlık ve esneklik değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir (Dimitreli ve Thomareis 2007).

Pinho ve ark. (2004), Terrincho koyun peynirlerinde 60 günlük olgunlaşma süresince proteolitik aktivite sonucu kuru madde, su aktivitesi ve pH' da meydana gelen azalmaların ve asitliğin artışının peynirin tekstürel özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu

bildirmişlerdir. Olgunlaşma ile sertlik, esneklik ve çignenebilirlik parametrelerinde azalma yüzey yapışkanlığında ise artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.47. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin yüzey yapışkanlık değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin dış yapışkanlık değerleri üzerine olgunlaşma süresi, olgunlaşma sıcaklığı ve yardımcı kültür farklılığının etkisi ile bu parametreler arasındaki etkileşimlerin önemli olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Örneklerin dış yapışkanlık değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	2.055	0.115
Sıcaklık (S)	3.212	0.349
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	1.536	0.233
OS × S	0.252	0.859
S × YKF	2.403	0.110
OS × YKF	0.847	0.571
OS × S × YKF	1.126	0.808

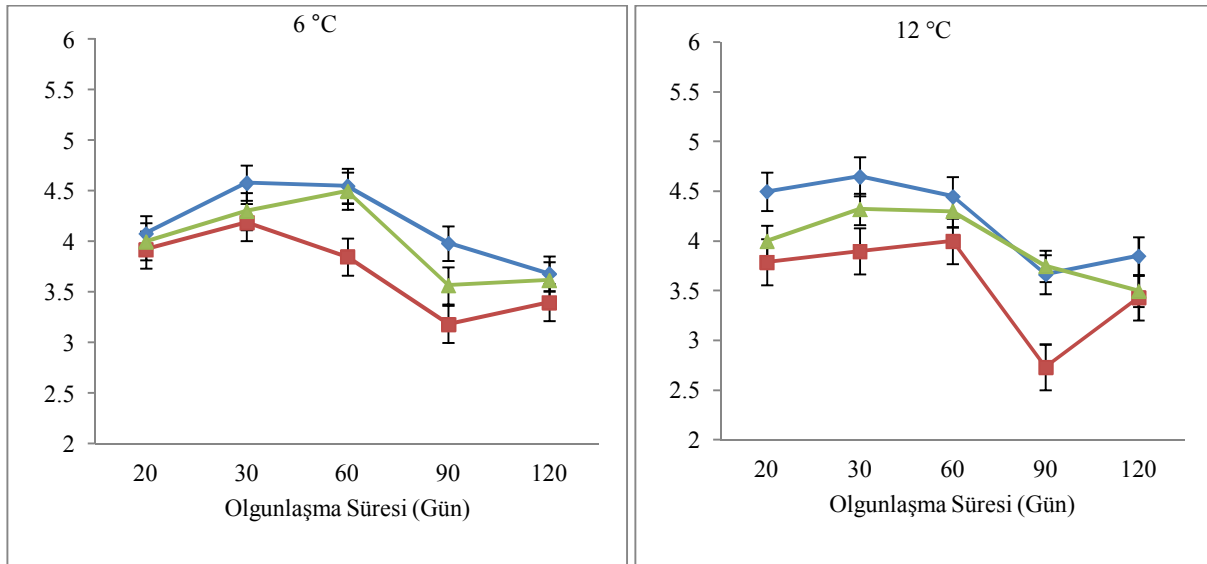
4.7. Peynirlerin duyuusal özellikleri

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda olgunlaştırılan peynirlerin duyuusal özelliklerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.36'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinin renk ve görünüş, yapı ve tekstür, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik özellikleri değerlendirilmiştir.

4.7.1. Renk ve görünüş puanları

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda depolanan Beyaz peynirlerin renk ve görünüş puanları ve 120 günlük depolama sürecindeki değişimleri standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.36'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.36'ya bakıldığında, tüm olgunlaşma sürecinde en yüksek renk ve görünüş puanlarını sırasıyla A, C ve B peynirlerinde elde edildiği görülmektedir. Olgunlaşma sürecinde A, B ve C peynirlerinin renk ve görünüş puanlarında azalma olduğu ve bu azalmanın olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren daha belirgin olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresinin renk ve görünüş puanları üzerine etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 4.48. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin renk ve görünüş puanları

Çizelge 4.36. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince saptanan duyuşal özellikler

Özellikler	Günler	A		B		C	
		6 °C	12 °C	6 °C	12 °C	6 °C	12 °C
Renk ve Görünüş Puanı	1						
	20	4.08±0.35 ^A	4.50±0.24 ^a	3.92±0.35 ^A	3.79±0.18 ^a	4.00±0.35 ^A	4.00±0.35 ^a
	30	4.58±0.12 ^A	4.65±0.21 ^b	4.19±0.15 ^A	3.90±0.14 ^a	4.30±0.42 ^A	4.32±0.02 ^{ab}
	60	4.55±0.07 ^A	4.45±0.21 ^a	3.85±0.64 ^A	4.00±0.42 ^a	4.50±0.42 ^A	4.30±0.71 ^a
	90	3.98±0.26 ^A	3.67±0.24 ^a	3.18±0.02 ^A	2.73±0.09 ^a	3.57±0.38 ^A	3.75±1.06 ^a
	120	3.68±0.02 ^A	3.85±0.49 ^a	3.40±0.57 ^A	3.42±0.38 ^a	3.62±0.40 ^A	3.50±0.71 ^a
Yapı ve Tekstür Puanı	1						
	20	3.92±0.12 ^A	3.92±0.35 ^a	3.92±0.35 ^A	3.75±0.12 ^a	3.83±0.24 ^A	3.67±0.47 ^a
	30	4.00±0.00 ^A	4.45±0.21 ^b	3.90±0.14 ^A	3.45±0.35 ^a	3.95±0.49 ^A	3.95±0.07 ^{ab}
	60	3.80±0.42 ^A	4.35±0.35 ^a	3.85±0.21 ^A	3.85±0.07 ^a	3.40±0.28 ^A	4.05±1.06 ^a
	90	3.90±0.14 ^A	3.65±0.21 ^a	3.25±0.35 ^A	2.75±0.35 ^a	3.35±0.21 ^A	3.50±0.42 ^a
	120	3.85±0.21 ^A	3.70±0.00 ^a	3.30±0.71 ^A	3.25±0.35 ^a	3.25±0.35 ^A	3.30±0.00 ^a
Tat ve Koku Puanı	1						
	20	7.92±0.59 ^A	8.50±0.24 ^a	7.58±0.35 ^A	8.50±0.24 ^a	7.58±0.82 ^A	7.33±0.00 ^a
	30	7.67±0.24 ^A	8.17±0.42 ^a	7.25±0.12 ^A	6.79±0.53 ^a	7.50±0.47 ^A	7.25±0.59 ^a
	60	7.76±0.22 ^A	7.92±0.12 ^a	7.32±0.68 ^A	7.42±0.82 ^a	7.67±0.47 ^A	7.73±0.67 ^a
	90	7.33±0.24 ^A	6.50±0.47 ^a	6.17±0.47 ^A	5.67±0.94 ^a	6.64±0.53 ^A	6.67±0.00 ^a
	120	7.42±0.59 ^A	6.75±1.06 ^a	7.92±0.12 ^A	6.17±1.65 ^a	7.17±0.24 ^A	6.17±1.65 ^a
Kontrolde Farklılık	1						
	20			2.17±0.71 ^A	2.42±0.12 ^a	2.92±0.59 ^A	3.00±0.47 ^a
	30			3.33±0.00 ^A	3.42±0.82 ^a	3.00±0.94 ^A	3.00±0.24 ^a
	60			3.23±0.80 ^A	4.05±0.78 ^a	3.23±0.80 ^A	2.50±0.71 ^b
	90			2.67±0.47 ^A	2.83±0.47 ^a	2.75±0.35 ^A	3.08±0.12 ^a
	120			3.75±0.82 ^A	2.50±0.47 ^a	3.75±0.12 ^A	2.75±0.35 ^a
Genel Kabul Edilebilirlik	1						
	20	3.58±0.12 ^A	4.33±0.47 ^a	3.75±0.12 ^A	3.50±0.24 ^a	3.83±0.59 ^A	3.25±0.71 ^a
	30	4.08±0.00 ^A	4.54±0.18 ^b	4.00±0.35 ^A	3.50±0.35 ^a	3.96±0.29 ^A	3.79±0.18 ^{ab}
	60	4.08±0.25 ^A	4.13±0.18 ^a	3.65±0.21 ^A	3.78±0.16 ^a	4.13±0.18 ^A	3.74±0.93 ^a
	90	3.96±0.41 ^B	3.54±0.06 ^a	3.00±0.00 ^A	3.33±0.24 ^a	3.04±0.29 ^{AB}	3.54±0.77 ^a
	120	3.54±0.06 ^A	3.50±0.00 ^a	3.46±0.53 ^A	3.25±0.12 ^a	3.88±0.29 ^A	3.08±0.12 ^a

^{A,B,C} : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 6 C’de olgunlaştırılan peynirler
^{a,b,c} : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır. 12 C’de olgunlaştırılan peynirler

Olgunlaşma sıcaklıklarının renk ve görünüş üzerine etkisi önemsiz bulunurken, yardımcı kültür farklılığının etkisi önemli bulunmuştur. Olgunlaşma süresince 6 °C ve 12 °C’de

olgunlaştırılan A ve C peynirlerinin renk ve görünüş puanları aynı sıcaklıkta olgunlaştırılan B peynirine göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Yağ ve kurumadaki yağ oranı peynirlerin renk ve görünüş değerleri üzerine etki etmektedir. Yağ oranının azalması peynirde daha donuk (mat) bir yüzey görünüşü sağlamaktadır. Bu nedenle B peynirlerinin renk ve görünüş puanlarının daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Moatsou ve ark. (2004), Graviera Kritis peynirlerinde farklı olgunlaşma sıcaklıklarının (16 ve 20 °C) duyuşal özellikleri üzerine etkisinin önemli olduğunu, en yüksek proteoliz oranına sahip peynirlerin duyuşal değerlendirmelerinde en düşük değerler aldığı bildirilmiştir.

Gaya ve ark. (1990), Manchego peynirlerinde farklı olgunlaşma sıcaklıklarının (16 ve 20 °C) proteoliz ve lipoliz düzeylerinin farklılığından dolayı peynir kalitesi üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının negatif etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Folkerstma ve ark. (1996), Cheddar peynirlerinde farklı olgunlaşma sıcaklıklarında (8, 12 ve 16 °C) olgunlaştırmanın sıcaklık artışı ile lipoliz ve proteolizi arttırdığını (FAA, SÇA, RP-HPLC ve urea-PAGE değerlerinde) ve en iyi duyuşal değerlerin elde edildiğini ancak depolama süresinin artması ile tekstürel özelliklerinde bozulmaların olduğu bildirilmiştir.

Olgunlaşmanın 30. gününde 12 °C'de olgunlaştırılan A peyniri dışında olgunlaşmanın tüm aşamalarında aynı depolama sıcaklığındaki A, B ve C peynirlerinin renk ve görünüş değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Örneklerin renk ve görünüş değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

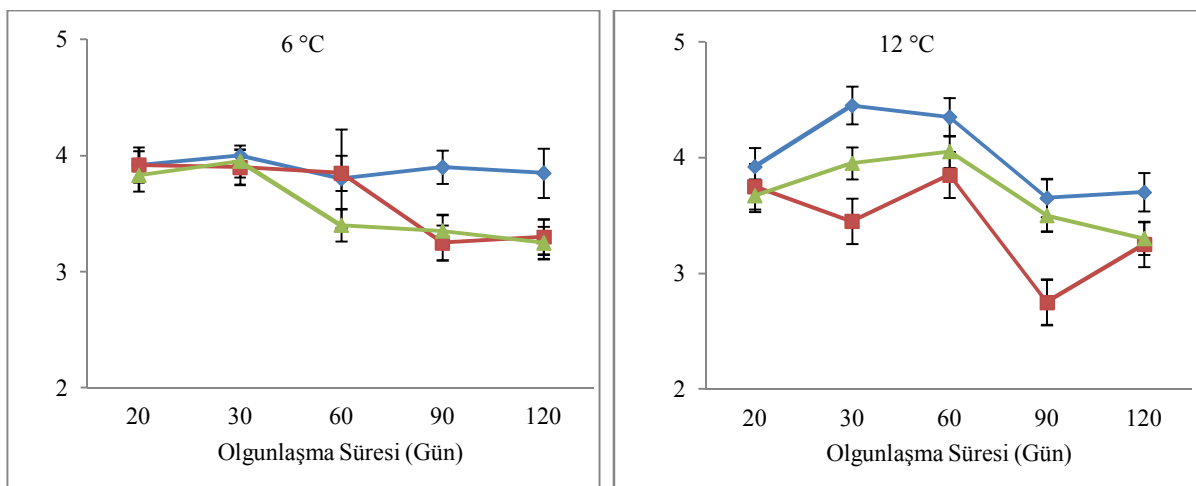
Varyasyon Kaynakları	F	P
Olgunlaşma Süresi (OS)	114.299	0.000
Sıcaklık (S)	0.143	0.708
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	9.051	0.001
OS × S	0.241	0.913
S × YKF	0.285	0.754
OS × YKF	0.492	0.883
OS × S × YKF	0.399	0.913

4.7.2. Yapı ve tekstür puanları

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda depolanan Beyaz peynirlerin yapı ve tekstür puanları ve 120 günlük depolama sürecindeki değişimleri standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.36'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.36.'ya bakıldığında, panelistlerin tüm olgunlaşma sürecinde en yüksek yapı ve tekstür puanlarını sırasıyla A, C ve B peynirlerine verdikleri görülmektedir. Olgunlaşma sürecinde A, B ve C peynirlerinin yapı ve tekstür puanlarında azalma belirlenmiştir. En fazla azalma B peynirinde gerçekleşmiştir. Bu azalmanın peynirdeki proteoliz nedeniyle yapıda meydana gelen yumuşamadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Hayaloğlu 2003). Farklı starter kullanımı ve olgunlaşma süresinin yapı ve tekstür puanları üzerine A, B ve C peynirlerinde $P < 0.05$ düzeyinde önemli etkisinin olduğu saptanmıştır.

Olgunlaşma sıcaklıklarının yapı ve tekstür üzerine etkisi önemsiz bulunurken, yardımcı kültür farklılığının etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.38). A ve C peynirlerinde 12 °C'de olgunlaştırılan peynirlerin yapı ve tekstür puanları aynı sıcaklıkta olgunlaştırılan B peynirine göre daha yüksektir. Ancak olgunlaşmanın 30. gününde 12 °C'de olgunlaştırılan A peyniri dışında olgunlaşmanın tüm aşamalarında aynı depolama sıcaklığındaki A, B ve C peynirlerinin yapı ve tekstür değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P > 0.05$) bulunmamıştır (Çizelge 4.36).



Şekil 4.49. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin yapı ve tekstür puanları

Çizelge 4.38. Örneklerin yapı ve tekstür değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

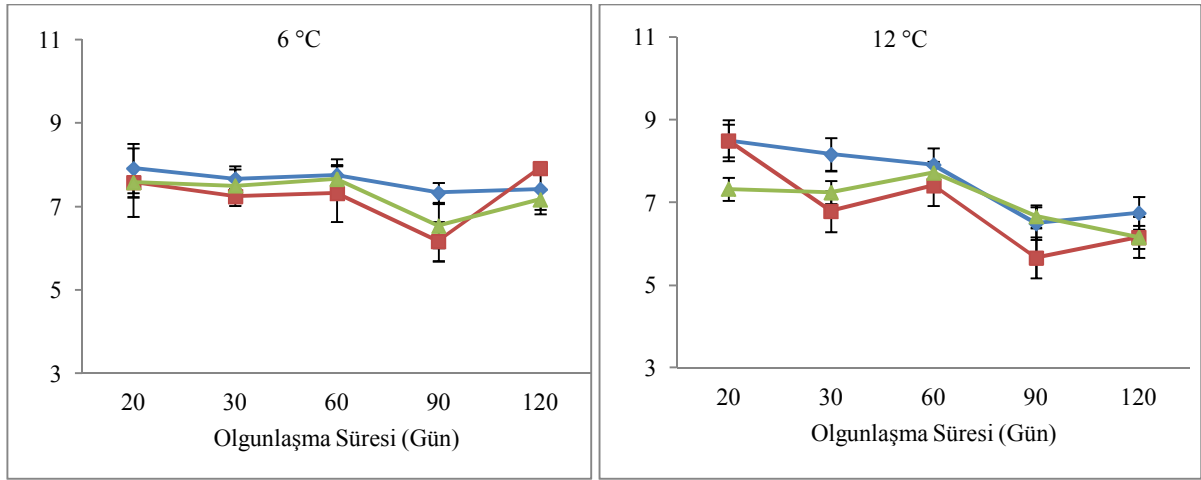
Varyasyon Kaynakları	<i>F</i>	<i>P</i>
Olgunlaşma Süresi (OS)	121.489	0.000
Sıcaklık (S)	0.008	0.931
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	7.458	0.002
OS × S	1.365	0.267
S × YKF	1.852	0.173
OS × YKF	0.754	0.670
OS × S × YKF	0.495	0.851

4.7.3. Tat ve koku puanları

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda depolanan Beyaz peynirlerin tat ve koku puanları ve 120 günlük depolama sürecindeki değişimleri Çizelge 4.36’da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.50’de verilmiştir.

Olgunlaşma sıcaklıklarının tat ve koku üzerine etkisi önemli bulunmazken, yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresi × sıcaklık arasındaki etkileşimin etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.39). A ve C peynirlerinde 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerin tat ve koku puanları aynı sıcaklıkta olgunlaştırılan B peynirine göre daha yüksektir. Ancak, olgunlaşmanın tüm aşamalarında aynı depolama sıcaklığındaki A, B ve C peynirlerinin tat ve koku değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Peynirde tat ve aromaya proteoliz, lipoliz ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler ile pH önemli derecede etki etmektedir (Kirst 2002). Kısa zincirli serbest yağ asitlerinin (butirik asit gibi) olgunlaşma süresince artış göstermesinin peynirde aroma üzerine etkisinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Mikrobiyal lipaz ilave ederek ürettikleri Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresince (90 gün) ve kısa ve orta uzunluktaki FFA’nin ortaya çıktığını ve peynirin tat ve aromasında azalmaya neden olduklarını açıklamışlardır (Yılmaz ve ark. 2005). Acılık veren peptitlerin hidrolizinde rol oynayan peptidazların aktiviteleri için daha yüksek sıcaklığa ihtiyaç duydukları, olgunlaşma sıcaklığının artmasıyla, tat ve aroma puanlarında azalma meydana geldiği vurgulanmıştır (Fox ve ark. 1996). Çalışmamızdaki Beyaz peynir örneklerinde de bu durum açıkça görülmekte olup 6 °C’de olgunlaştırılan peynirlerin tat ve koku puanları daha yüksek değerlerde bulunmuştur.



Şekil 4.50. Yardımcı kültürle (◆: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin tat ve koku puanları

Çizelge 4.39. Örneklerin tat ve koku değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	<i>F</i>	<i>P</i>
Olgunlaşma Süresi (OS)	146.980	0.000
Sıcaklık (S)	1.813	0.187
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	3.400	0.045
OS × S	2.699	0.048
S × YKF	0.282	0.756
OS × YKF	0.746	0.677
OS × S × YKF	0.670	0.714

Panelistler tarafından Beyaz peynir örneklerinin tat ve koku değerlendirmelerinde, olgunlaşma süresinin artmasıyla tatda acılaşıma hissettikleri belirtilmiştir. Lipolitik ve proteolitik aktivitesi yüksek yardımcı kültür kullanımı peynirde acılaşıma ve ransit tada neden olabilmektedir. Aynı zamanda sıcaklık artışı acı tat üzerine etkili olabilmektedir. 4-6 ay farklı iki sıcaklıkta olgunlaştırılan Cheddar peynirlerinde olgunlaşma sıcaklığı ve depolama süresinin etkisinin duyuşal özellikleri üzerine etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir (Shakeel-Ur. Rehman ve ark. 2000).

Topçu ve Saldamlı (2006), ürettikleri Beyaz peynirlerin duyuşal özelliklerinin olgunlaşma süresinden etkilendiğini ve olgunlaşma süresi ilerledikçe tat ve koku değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

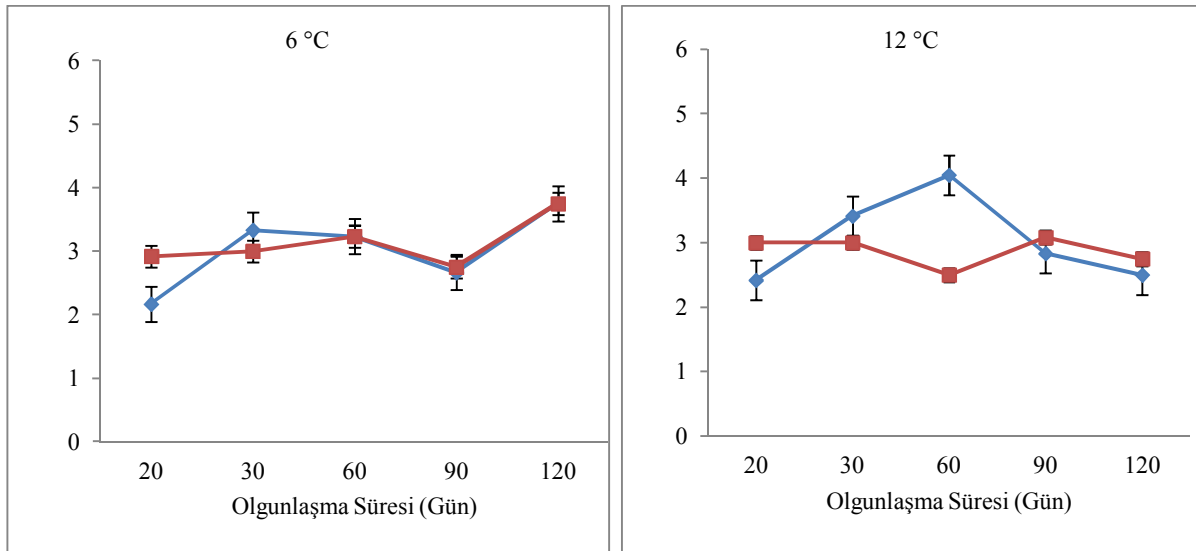
Kayagil ve Gürakan (2009), starter kültür kombinasyonları ile ürettikleri Beyaz peynirlerin tat ve koku özellikleri üzerine starter seçiminin etkili olduğunu ve *Lb. casei* içeren kültür ile

üretilen Beyaz peynirlerin tat ve koku özellikleri ile genel kabul edilebilirlik düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.7.4. Kontrolden farklılık değerleri

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda depolanan Beyaz peynirlerin kontrolde (A peynirinden) farklılık durumları 0-6 skalalı bir ölçekle değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Kontrolde farksız olan sıfır, farklılık şiddeti arttıkça 6'ya yaklaşan sayılarla ifade edilmiştir. 120 günlük depolama sürecindeki kontrolde farklılık durumları standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.36'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.51'de verilmiştir.

Çizelge 4.36'ya bakıldığında 6 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde olgunlaşmanın başlangıcında kontrol peyniri ile aralarında çok az fark varken, olgunlaşma süresince farkın arttığı gözlenmiştir. 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde ise olgunlaşmanın başlangıcında ve olgunlaşma süresince belirgin bir fark belirlenmemiştir. 6 °C'de olgunlaştırılan C peynirinde olgunlaşmanın başlangıcında kontrol peyniri ile aralarında belirgin olmamakla beraber fark varken, olgunlaşma süresince hissedilir düzeyde fark olduğu belirlenmiştir. 12 °C'de olgunlaştırılan C peynirinde ise olgunlaşmanın başlangıcında belirgin olmamakla beraber fark varken olgunlaşma süresince fazla olmamakla birlikte fark olduğu belirlenmiştir.



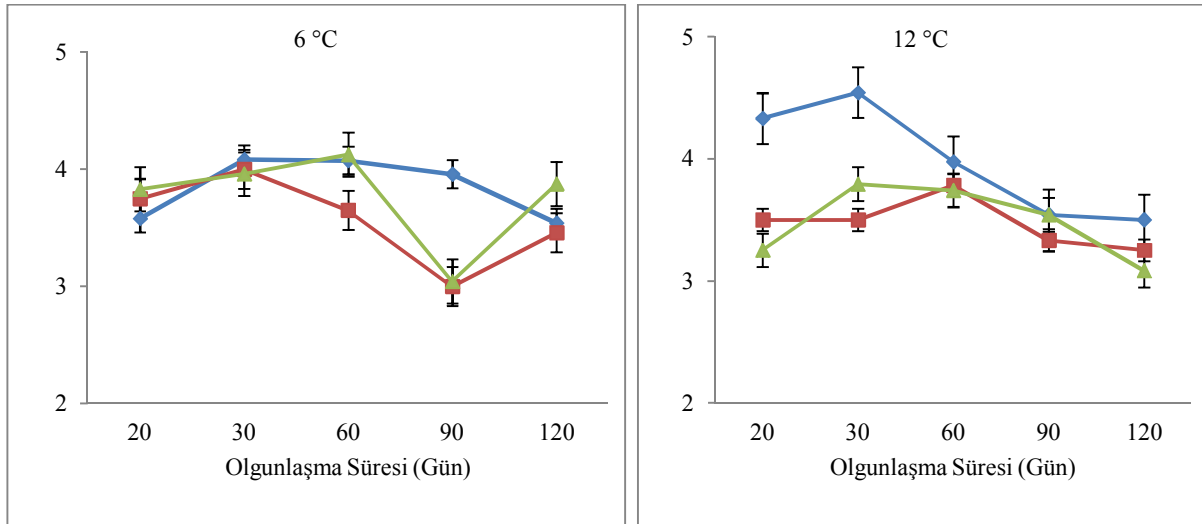
Şekil 4.51. Yardımcı kültürle (◆: B peyniri, ■: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin kontrolde farklılık değerleri

Yardımcı kültür ilave edilerek üretilen B ve C peynirlerinin kontrol (A) peynirlerinden duyusal özellikler açısından farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

4.7.5. Genel kabul edilebilirlik puanları

Olgunlaşma süresince farklı sıcaklıklarda depolanan Beyaz peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları ve 120 günlük depolama sürecindeki değişimleri standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.36' da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.52'de verilmiştir. 120 günlük depolama sürecindeki incelendiğinde, 12 °C'de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinde en yüksek puan 30. günde, 6 °C'de olgunlaştırılan A ve B peynirlerinde en yüksek puan 30. günde, 6 °C'de ve 12 °C' de B peynirleri en yüksek puan 60. günde aldıkları belirlenmiştir. 120 günlük depolama sonunda genel kabul edilebilirlik puanlarında bir azalma olduğu gözlenmiştir. En fazla azalma 12 °C'de olgunlaştırılan A peynirinde gözlenmiştir.

Olgunlaşma sıcaklıklarının genel kabul edilebilirlik puanları üzerine etkisi önemli bulunmazken ($P>0.05$), yardımcı kültür farklılığı ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.40).



Şekil 4.52. Yardımcı kültürle (♦: A peyniri, ■: B peyniri, ▲: C peyniri) üretilen ve iki farklı sıcaklıkta (6 °C ve 12 °C) olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları

Olgunlaşmanın 30. ve 90. gününde 12 °C'de olgunlaştırılan A peyniri ile olgunlaşma süresinin yine 90. gününde 12 °C'de olgunlaştırılan C peynirleri dışında olgunlaşmanın tüm

aşamalarında aynı depolama sıcaklığındaki A, B ve C peynirlerinin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.40. Örneklerin genel kabul edilebilirlik değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	<i>F</i>	<i>P</i>
Olgunlaşma Süresi (OS)	118.843	0.000
Sıcaklık (S)	0.874	0.357
Yardımcı Kültür Farklılığı (YKF)	6.032	0.006
OS × S	0.757	0.561
S × YKF	1.766	0.187
OS × YKF	0.429	0.922
OS × S × YKF	1.967	0.082

Duyusal puanlar genel olarak değerlendirildiğinde, 6 °C ve 12 °C’ deki olgunlaşma süresince renk ve görünüş, yapı ve tekstür puanlarında A peyniri daha yüksek puan almışken, 6 °C deki olgunlaşma süresince genel kabul edilebilirlik puanlarında C peyniri, tat ve koku puanlarında ise B peyniri daha yüksek almıştır. Olgunlaşma sıcaklığının duyu özellik puanları üzerine etkisine bakıldığında 12 °C’de azaldığı gözlenmiştir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Kandarıkis ve ark. 2001, Alizadeh ve ark. 2006).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Beyaz peynir üretiminde yardımcı kültür kullanımının ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının Beyaz peynirin kimyasal, biyokimyasal, duyuşal, tekstürel özellikleri, aroma oluşumu ve ACE-İnhibisyon aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. A peyniri *Lc. lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* karışımı klasik kültür ile B ve C peynirleri ise sırasıyla klasik kültüre ilave klasik kültür + *Lb. helveticus* ve klasik kültür + *Lb. casei* içerecek şekilde üretilmiştir. Üretilen peynirler 6 ± 1 °C ve 12 ± 1 °C'de 120 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. İki tekerrürlü olarak yürütölen bu çalışmada, olgunlaşmanın 1., 20., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde peynirlerin analizleri yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Peynirlerin kimyasal ve biyokimyasal özellikleri

Peynirlerin kimyasal bileşimleri üzerine yardımcı kültür kullanımı ve olgunlaşma sıcaklıklarının etkisinin önemli olduğu görölmüştür. pH değerleri açısından, B peyniri ile A, C peynirleri arasında olgunlaşma süresince farklı sıcaklıkta depolanan peynirler arasında ve olgunlaşma süresinin 30. gününde 6 °C'de depolanan A ve C peynirleri arasındaki değerler dışında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0.05$). Peynirlerin titrasyon asitlikleri olgunlaşma süresi boyunca yardımcı kültür farklılığı ve depolama sıcaklığından etkilenmiştir. Ancak farklı sıcaklıkta olgunlaştırılan peynirler arasında önemli farklılığın olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Yardımcı kültür kullanmanın peynirler arasındaki kuru madde oranları üzerine önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır. 6 °C ve 12 °C'de A ve C peynirlerinin olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra kuru madde oranları arasında fark olduğu belirlenmiştir. B peynirlerinin ise olgunlaşma süresi boyunca A peynirinden farklı, C peyniri ile olgunlaşmanın 120. gününde benzerlik gösterdiği istatistiksel olarak saptanmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerdeki yağ ve kurumadedeki yağ oranlarında azalma olduğu belirlenmiştir. 6 °C ve 12° C'de A ve C peynirlerinin yağ oranları olgunlaşma süresince benzerlik gösterirken B peynirleri olgunlaşmanın 90. gününden itibaren her iki olgunlaşma sıcaklığında A ve C peynirlerine göre farklı bulunmuştur. Olgunlaşma süresince protein oranlarında bir artış olduğu, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Farklı olgunlaşma sıcaklığında depolamanın kuru madedeki tuz oranları üzerine etkisi olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren önemli bulunmuştur.

Azot fraksiyonları ve serbest aminoasit değerleri

Peynirde proteolizin ne ölçüde olduğu, kitede bulunan azotun ne kadar parçalandığı ve ne kadarının yeni ürünlere dönüştüğünün belirlendiği bu analizlerde, azot fraksiyonları ile ilgili tüm parametrelerde, yardımcı kültür kullanımının, olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunurken ($P<0.05$), % 12 TCA' da çözünen azot değerleri üzerine olgunlaşma sıcaklığının etkisi önemli bulunmamıştır. Serbest amino asit miktarları üzerine kültür kullanımı, olgunlaşma sıcaklığı ve olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). 6 °C'de ve 12 °C'de A, B, ve C peynirlerinde toplam amino asit değerleri için en hızlı artış oranı 60. günde bulunmuştur ($P>0.05$). A, B ve C peynirlerinin 120 günlük olgunlaşma sonunda toplam serbest amino asit miktarlarının farklı olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). B peynirinin toplam serbest amino asit konsantrasyonları olgunlaşmanın 60. gününden itibaren A ve C peynirlerinin toplam serbest amino asit konsantrasyonlarına göre hem 6 °C'de hem de 12 °C'de önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Serbest amino asitlerde olgunlaşma sürecinde B peynirindeki artış daha hızlı olmuş, 12 °C' de olgunlaştırılan B peyniri 120. gününde A peynirinin 3 katı, C peynirinin ise 4 katından fazla değere ulaşmıştır. Peynir örneklerinde en çok bulunan amino asitler Leu, Phe, Glu, Arg ve Lys olduğu, Trp aminoasidinin de ise tüm peynirlerde en düşük miktarlarda olduğu bulunmuştur.

Urea-PAGE elektroforetik analizleri

Olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde peynirlerin suda çözünmeyen kazein fraksiyonlarının elektroforetik özellikleri çıkarılmıştır. α_{s1} -Kazeinin parçalanması β -kazeine göre daha hızlı olduğu ve olgunlaşmanın 90. gününden itibaren parçalanma düzeyinin hızla arttığı görülmektedir. Tüm peynir örneklerinde β -kazeinin parçalanma ürünleri olgunlaşmanın 90. gününden itibaren artış göstermektedir. Ancak yine de β -kazein hidrolize karşı daha dirençli olmuştur. Olgunlaşma süresi ilerledikçe α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünleri B peynirlerinde daha belirgin olarak gözlenmektedir. B peynirlerinin primer proteoliz düzeyinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

RP- HPLC peptit profilleri

120 günlük olgunlaşma süresince kromatogramlar incelendiğinde, alıkonma sürelerinde peptit konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin yardımcı kültür kullanımının ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının peptit oluşumu üzerine etkili olduğu saptanmıştır. A, B ve C peynirlerinde farklı alıkonma sürelerinde farklı konsantrasyonlarda peptit oluşumunun

yardımcı kültür farklılığından olduğu açıkça söylenebilir. Olgunlaşma aşamalarında ilk 20 dakikalık alıkonma süresinde B peynirlerindeki peptit konsantrasyonunun A ve C peynirlerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren alıkonma süresinin 50. ve 55. dakikaları arasında A, B ve C peynirlerinde yeni peptit varlığı gözlenirken B peynirlerinde sözkonusu peptitlerin konsantrasyonunun daha az olduğu belirlenmiştir. Alıkonma süresinin 59. ve 60. dakikalarında gözlenen piklerin 12 °C’de olgunlaştırılan A ve 6 °C’de olgunlaştırılan A ve B peynirlerinde olgunlaşmanın 60. gününden sonra azaldığı, 12 °C’de olgunlaştırılan B ve C peynirlerinde ise olgunlaşmanın 120. gününde azaldığı belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 90. gününden itibaren alıkonma süresinin 22. dakikasında iki adet pik varlığı gözlenmiş ve görülen piklerden birinin A ve C peynirlerinde B peynirlerine göre daha yüksek konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Alıkonma süresinin 26. dakikasında B peynirlerinde 30. günden sonra A ve C peynirlerinden farklı pik varlığı gözlenmiştir. 12 °C’de olgunlaştırılan B peynirlerinin alıkonma sürelerinin 16. ve 22. dakikalarındaki peptit konsantrasyonu 12 °C’de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinden fazla olduğu gözlenmiştir. 12 °C’de olgunlaştırılan B peynirlerinin alıkonma süresinin 35. ve 47. dakikaları arasında kromatogramların daha düz ilerlediği ve peptit varlığının azaldığı belirlenmiştir. 12 °C’de olgunlaştırılan A ve C peynirlerinin peptit profillerinin benzerlik gösterdiği fakat B peynirleri ile oldukça farklı peptit profiline sahip oldukları saptanmıştır. 120 günlük olgunlaşma süresince kromatogramlar incelendiğinde, alıkonma sürelerinde peptit konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin farklı starter kullanımının ve farklı olgunlaşma sıcaklıklarının peptit oluşumu üzerine etkili olduğu saptanmıştır. A, B ve C peynirlerinde farklı alıkonma sürelerinde farklı konsantrasyonlarda peptit oluşumunun yardımcı kültür farklılığından olduğu açıkça söylenebilir.

Peynirlerin GS-MS ile belirlenen aroma profilleri

Peynirlerin uçucu aromatik bileşen profilinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler incelendiğinde, Beyaz peynir örneklerinde 1, 30, 60, 90 ve 120. günlerde aroma bileşenlerinin belirlenmesine yönelik analizler sonucunda alkoller (21), aldehit (5), ketonlar (13), esterler (12), asitler (4) ve çeşitli bileşikler (9) olmak üzere toplam 64 bileşen belirlenmiştir. Alkol bileşikleri arasında en çok oluşan bileşik 6 °C’de tüm peynirlerde etil alkol, 12 °C’de ise 3-metil-1-butanol’dür. Bunlar dışında en çok oluşan alkoller 2-heptanol, 2-pentanol ve 1-hexanol olmuştur. Olgunlaşma ilerledikçe alkol bileşiklerinde artış olduğu saptanmıştır. Farklı depolama sıcaklıklarındaki değerler dikkate alındığında 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerdeki alkol miktarı 6 °C’de olgunlaştırılan peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Peynir örneklerinde 120 günlük olgunlaşma sonunda en çok bulunan aroma bileşikleri aldehit ve ketonların olduğu belirlenmiştir. Aldehit ve keton bileşikleri içinde de en çok keton bileşiklerinin ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. Depolama süreleri boyunca 2-pentanon, 3-hidroksi-2-bütanon ve 2-heptanon yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Peynir örneklerinde 120 günlük olgunlaşma sonunda ikinci en çok bulunan aroma bileşikleri asitler olduğu belirlenmiştir. Asit bileşikleri içinde de en çok bütanoik asit ve ardından hekzanoik asit bulunduğu belirlenmiştir.

ACE-İnhibisyon aktivitesi

Beyaz peynir örneklerinde 1, 60 ve 120. günlerde ACE-inhibisyon aktivitesinin belirlenmiştir. ACE-inhibisyon aktivitesi olgunlaşmanın 1., 60. ve 120. Günlerinde 12 °C'de olgunlaştırılan B peynirinde en yüksek değerde (% 51) bulunmuştur. 6 °C'de olgunlaştırılan B ve C peynirlerinde ise olgunlaşmanın 120. gününde ACE-inhibisyon aktivitesi eşit oranda olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe A, B ve C peynirlerinin ACE-inhibisyon aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma sıcaklığının artması ile de ACE-inhibisyon aktivitesinde bir artış olmuştur.

Mikrobiyolojik özellikler

Peynirlerde olgunlaşmanın 1., 20., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde mikrobiyolojik olarak sayımları yapılmıştır. Olgunlaşmanın hiçbir döneminde koliform grubu bakteri tespit edilememiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresi, sıcaklık, yardımcı kültür farklılığı ve bu parametrelerin birbirleri ile interaksiyonunun laktobasillerin gelişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. B ve C peynirlerinde olgunlaşma süresinin 30. gününde ve 60. gününde sırasıyla 6 °C'de ve 12 °C'de gelişen laktobasillerin miktarları arasında önemli bir fark bulunmazken, olgunlaşmanın diğer aşamalarında gelişen laktobasillerin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

C peynirlerinde maksimum bakteri gelişimi olgunlaşmanın 30. gününde meydana gelirken bakteri ölümü de olgunlaşmanın 30. ve 60. günleri arasında meydana gelmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaşma süresi, sıcaklık, yardımcı kültür farklılığı ve bu parametrelerin birbirleri ile interaksiyonu laktokokların gelişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. A ve C peynirlerinde olgunlaşma süresinin 30. gününde 6 °C'de gelişen laktokok miktarları arasında önemli bir fark bulunmazken, olgunlaşmanın diğer aşamalarında

A, B ve C peynirlerinde 6 °C’de gelişen laktokok miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tekstürel özellikler

Olgunlaşma periyodu süresince her iki sıcaklıkta olgunlaştırılan tüm peynirlerin sertlik değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır. Yine Olgunlaşmanın bazı dönemleri dışında her iki sıcaklıkta olgunlaştırılan tüm peynirlerin iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik, esneklik, ve sakızimsılık değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır. Peynirlerin tekstürel özellikleri (sertlik, esneklik, çiğnenebilirlik, iç-dış yapışkanlık ve sakızimsılık) değerlendirildiğinde, olgunlaşma süresi, sıcaklık ve yardımcı kültür farklılığı parametrelerinin sertlik değerleri üzerine etkili olduğu saptanmıştır. İç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve yardımcı kültür farklılığı parametrelerinin etkili olduğu fakat olgunlaşma sıcaklığının etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur.

Duyusal özellikler

Peynirlerin duyuşal özellikleri (renk ve görünüş, yapı ve tekstür, tat ve koku, genel kabul edilebilirlik puanları) değerlendirildiğinde, tüm duyuşal özellikler üzerine olgunlaşma süresi ve yardımcı kültür kullanımının etkisi önemli bulunurken, depolama sıcaklığının etkisi önemli bulunmamıştır. Olgunlaşma süresi ilerledikçe genel olarak duyuşal özellik puanlarında azalma meydana gelmiştir. Her iki depolama sıcaklığında olgunlaştırılan A, B ve C peynirinin tüm duyuşal özelliklerinde azalma olmuştur. Panel üyeleri tarafından peynirlerin tadında acılaşma olduğu bildirilmiştir. Genel kabul edilebilirlik puanları değerlendirildiğinde en çok beğenilen peynir 6 °C’de olgunlaştırılan C peyniri olmuştur.

Lactococcus suşlarının starter kültür olarak, *Lactobacillus* suşlarının ise yardımcı kültür olarak kullanıldığı bu çalışmada, peynirde proteolitik ve otolitik özellik gösteren suşların yardımcı kültür olarak kullanımının hem olgunlaşma süresinin kısalttığı hem de peynirde kalite açısından (aroma, tekstürel) olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. Peynirde tat ve aroma ile yapının gelişmesinde önemli bir teknolojik parametre olan depolama sıcaklığının yüksek değerlerde tutulması da olgunlaşma süresinin kısaltmakta ve işletmeler açısından mali kazanç sağlayacaktır. Buna ek olarak, *Lb. helveticus* ve *Lb. casei*’nin *Lactococcus* suşlarından daha yüksek ACE-inhibisyon aktivitesine sahip olması, bu kültürlerin kullanılarak fonksiyonel özellik kazanan antihipertansif etkiye sahip peynirlerin üretilmesi mümkün olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Addeo F, Chianese L, Salzano A, Sacchi R, Cappuccio U, Ferranti P, Malorni A (1992). Characterization of the 12 % trichloroacetic acid-insoluble oligopeptides of Parmigiano–Reggiano cheese. *Journal Dairy Research*, 59(3): 401-411.
- Ahn J, Park SY, Atwal A, Gibbs BF, Lee BH (2009). Angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from whey fermented by lactobacillus species. *Journal of Food Biochemistry*, 33: 587-602.
- Ak M, Lokuncu Altay F (2011). Peynirde reoloji ve tekstür. *Peynir biliminin temelleri*, Ed: Hayaloğlu AA, Özer B. İzmir, 367-416.
- Alizadeh M, Hamed M, Khosroshahi A (2006). Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. *Food Chemistry*, 97: 294-301.
- Al-Otaibi MM, Wilbey RA (2004). Effect of temperature and salt on the maturation of white salted cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(1): 57-63.
- Amárta F, de la Plaza M, Fernández de Palencia P, Requena T, Peláez C (2006). Cooperation between wild lactococcal strains for cheese aroma formation. *Food Chemistry*, 94: 240-246.
- Andrews AT (1983). Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins. *Journal Dairy Reseource*, 50: 45-55.
- Antonsson M, Ardo Y, Nilsson BE, Molin G (2002). Screening and selection of *Lactobacillus* strains for use as adjunct cultures in production of semi-hard cheese. *Journal Dairy Research*, 69: 457-472.
- Anonim (1995). Beyaz Peynir Standardı (TS 591). TSE, Ankara.
- Anonim (2009). Süt ve Süt Mamülleri, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Müsteşarlığı, Ankara.
- Ardö Y, Petterson HE (1988). Accelerated cheese ripening with heat treated cells of *Lactobacillus helveticus* and a commercial proteolytic enzyme. *Journal Dairy Research*, 55: 239-345.
- Ardö Y, Polychroniadou A (1999). Laboratory manual for chemical analysis of cheese. Luxembourg: Cost 95.
- Atasoy AF, Türkoğlu H (2008). Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats' and cows' milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening. *Food Chemistry*, 115: 71-78.
- Azarnia S, Ehsani MR, Mirhadi SA (1997). Evaluation of the physicochemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. *International Dairy Journal*, 7: 473-478.

- Bergamini CV, Wolf IV, Perotti MC, Zalazar CA (2010). Characterisation of biochemical changes during ripening in Argentinean sheep cheeses *Small Ruminant Research*, 94: 79-89.
- Bertola NC, Califano AN, Bevilacqua AE, Zaritzky NE (2000). Effects of ripening conditions on the texture of Gouda cheese. *International Journal Food Science Technology*, 35: 207-214.
- Bintis T, Robinson RK (2004). A study of the adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 88(3): 435-441.
- Bintsis T, Papademas P (2002). Microbiological quality of white brined cheeses: a review. *International Journal Dairy Technology*, 55: 113-120.
- Blakesley RW, Boezi JA (1977). A new staining technique for proteins in polyacrylamide gels using Coomassie Brilliant Blue G250. *Analytic Biochemistry*, 82: 580-581.
- Bourdat-Deschamps M, Le Bars D, Yvon M, Chapot-Chartier MP (2004). Autolysis of *Lactococcus lactis* AM2 stimulates the formation of certain aroma compounds from amino acids in a cheese model. *International Dairy Journal*, 14: 791-800.
- Bradley RL, Arnold E, Barbano DM, Semerad RG, Smith DE, Vines BK (1993). Chemical and physical methods. "in *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*", Eds: Wehr M and Frank J, American Public Health Association, Washington, 433-531.
- Broadbent JR, Strickland M, Weimer BC, Johnson ME, Steele JL (1998). Peptide accumulation and bitterness in cheese made using single strain *Lactococcus lactis* starters with different specificities. *Journal Dairy Science*, 81: 327-337.
- Bütikofer Ü, Meyer J, Sieber R, Wechsler D (2007). Quantification of the angiotensin-converting enzyme-inhibiting tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in hard, semi-hard and soft cheeses. *International Dairy Journal*, 17: 968-975.
- Candiotti MC, Hynes E, Quiberoni A, Palma SB, Sabbag N, Zalazar CA (2002). Reggianito Argentine cheese: influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from natural whey cultures on cheese making and ripening processes. *International Dairy Journal*, 12: 923-931.
- Carunchia Whetstone ME, Cadwaller KR, Drake MA (2005). Characterization of aroma compounds responsible for the rosy/floral in Cheddar cheese. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 53: 3126-3132.
- Chapot-Chartier, MP, Deniel C, Rousseau M, Vassal L, Gripon JC (1994). Autolysis of two strains of *Lactococcus lactis* during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 4(3): 251-269.
- Chevanan N, Muthukumarappan K, Upreti P, Metzger LE (2006). Effect of calcium and phosphorus, residual lactose and salt-to-moisture ratio on textural properties of Cheddar cheese during ripening. *Journal of Texture Studies*, 37: 711-730.
- Chusman DW, Cheung HS (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharm.*, 20: 1637-1648.

- Chiesa LM, Soncin S, Panseri S, Cantoni C (2008). Release of ethylbenzene and styrene from plastic cheese containers. *Veterinary Research Communications*, 32: 319-321.
- Christiansen KR, Reineccius GA (1995). Aroma extract dilution analysis of aged Cheddar cheese. *Journal Food Science*, 60(2): 218-220.
- Cinbaşı T, Kılıç M (2006). Proteolysis and lipolysis in white cheeses manufactured by two different production methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 530-537.
- Coeuret V, Dubernet S (2003). Isolation, characterization and identification of lactobacilli focusing mainly on cheeses and other dairy products. *Lait* 83: 269-306.
- Clare DA, Swaisgood HE (2000). Bioactive milk peptides: A prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83: 1187-1195.
- Collins YF, McSweeney PLH, Wilkinson MG (2003). Evidence for a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, 70: 105-113.
- Corrêa Lelles Nogueira M, Lubachevsky G, Rankin SA (2005). A study of the volatile composition of Minas cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 555-563.
- Crow VL, Coolbear T, Gopal P K, Martley FG, McKay LL, Riepe H (1995). The role of autolysis of lactic acid bacteria in the ripening of cheese. *International Dairy Journal*, 5(8): 855-875.
- Curioni PMG, Bosset JO (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry; *International Dairy Journal*, 12: 959-984.
- Dabevska-Kostoska M, Kuzmanova S, Winkelhausen E (2010). A traditional brined white cheese enriched with probiotic bacteria *Lactobacillus casei*. 1. Uluslararası 'Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıda Sempozyumu. 15-17 Nisan Tekirdağ, 213-215.
- Dabour N, Kheadr E, Benhamou N, Lapointe G (2006). Improvement of texture and structure of reduced-fat cheddar cheese by exopolysaccharide-producing Lactococci. *Journal Dairy Science*, 89: 95-110.
- Dağdemir E (2001). Salamura beyaz peynir üretiminde yardımcı kültür kullanımının peynir kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, 73s.
- Dağdemir E, Çelik S, Özdemir S (2003). The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White cheese. *International Journal Dairy Technology*, 56(4): 215-218.
- de Frutos M, Sanz J, Martinez-Castro J (1991). Characterization of artisanal cheeses by GC/MS analysis of their medium volatile (SDE) fraction. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 39: 524-530.
- Diliello LR (1982). *Methods in food and dairy microbiology*. Avi. Publishing Company Inc., USA, p142.

- Dimitreli G, Thomareis AS. 2007. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal Food Engineering*, 79 (4): 1364-1373.
- Donkor ON, Henriksson A, Singh TK, Vasiljevic T, Shah NP (2007). ACE-inhibitory activity of probiotic yoghurt. *International Dairy Journal*, 17: 1321-1331.
- El-Soda M, Madkor SA, Tong PS (2000). Adjunct cultures: Recent developments and potential significance to the cheese industry. *Journal Dairy Science*, 83: 609-619.
- Engels WJM, Dekker R, de Jong C, Neeter R, Visser SA (1997). A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7: 255-263.
- Ertaş N, Doğruer Y (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 7(1) : 35-42.
- Fathollahi I, Hesari J, Azadmard S, Oustan S (2010). Influence of proteolysis and soluble calcium levels on textural changes in the interior and exterior of Iranian-UF white cheese during ripening. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 66: 844-849.
- Fenelon MA, Ryan MP, Rea MC, Guinee TP, Ross RP, Hill C, Harrington D (1999). Elevated temperature ripening of reduced fat cheddar cheese made with or without lacticin 3147-producing starter culture. *Journal of Dairy Science*, 82(1): 10-22.
- Fernandez-Garcia E, Carbonell M, Nunez M (2002). Volatile fraction and sensory characteristics of Manchego cheese. 1. Comparison of raw and pasteurized milk cheese *Journal of Dairy Research*, 69: 579-593.
- Fernandez de Palenzia, P, de la Plaza M, Mohedano M L, Martinez-Cuesta MC, Requena T, Lopez P, Pelaez C (2004). Enhancement of 2-methyl butanal formation in cheese by using fluorescently tagged lacticin 3147 producing *Lactococcus lactis* strain. *International Journal of Food Microbiology*, 93: 335-347.
- Fernandez-Salguero J, Sanjuan E (1999). Influence of vegetable and animal rennet on proteolysis during ripening in ewe's milk cheese. *Food Chemistry*, 64: 177-183.
- Folkertsma B, Fox PF, Mc Sweeney PLH (1996). Accelerated ripening of cheese at elevated temperatures. *International Dairy Journal*, 6: 1114-1117.
- Fox PF (1989). Proteolysis During Cheese Manufacture and Ripening. *Journal of Dairy Science*, 72 (6): 1379-1400.
- Fox PF, McSweeney PLH (1996). Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews International*, 12: 457-509.
- Fox PF, Wallace JM, Morgan S, Lynch CM, Niland EJ, Tobin J (1996). Acceleration of cheese ripening. *Kluwer Academic Publishers*. Printed in the Netherlands, 70: 271-297.
- Fox PF, McSweeney PLH, Lynch CM (1998). Significance of non-starter lactic acid bacteria in cheddar. *Aust. J. Dairy Technol.*, 53: 83-89.

- Fresno JM, Tornadijo ME, Carbollo AB, Gonzalez-Prieto J (1997). Proteolytic and lipolytic changes during the ripening of Spanish craft goat cheese (Armada variety). *J. Food Sci. Agric.*, 75: 148-154.
- Fuglsang A, Rattray FP, Nilsson D, Nyborg CB (2003a). Lactic acid bacteria: inhibition of angiotensin-converting enzyme *in vitro* and *in vivo*. *Antonie van Leeuwenhoek*, 83: 27-34.
- Fuglsang A, Nilsson D, Nyborg CB. (2003b). Characterization of new milk-derived inhibitors of angiotensin converting enzyme *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 18: 412-418.
- Fujimaki M, Yamashita M, Okazavva Y, Arai S (1970). Applying proteolytic enzymes on soybean. 3. Diffusible bitter peptides and free amino acids in peptic hydrolysate of soybean protein. *J. Food Sci.*, 35: 215-218.
- Garde S, Tomillo J, Gaya P, Medina M, Nunez M. (2002). Proteolysis in Hispanico cheese manufactured using a mesophilic starter, a thermophilic starter and bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* INIA 415 adjunct culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3479–3484.
- Gaya P, Medina M, Roriugez-Marin MA, Nunez M, (1990). Accelerated ripening of ewes' milk manchego cheese: the effect of elevated ripening temperatures. *Journal of Dairy Science*, 73: 26-32.
- Gerasi E, Litopoulou-Tzanetaki E, Tzenatakis N (2003). Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in the Greek Island Sifnas. *International Dairy Journal Technology*, 52: 117-122.
- Gobbetti M, Minervini F, Rizzello CG (2004). Angiotensin-I-converting enzyme inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. *International Journal Dairy Technology*, 57: 173-188.
- Gomez MJ, Rodriguez E, Gaya P, Nuñez M, Medina M (1999). Characteristics of Manchego cheese manufactured from raw and pasteurized ovine milk and with defined-strain or commercial mixed-strain starter cultures. *Journal of Dairy Science*, 82: 2300-2307.
- Gómez-Ruiz JA, Ramos M, Recio I (2002). Angiotensin-I-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheeses manufactured with different starter cultures. *International Dairy Journal*, 12: 697-706.
- Gómez-Ruiz JÁ, Ramos M, Recio I (2004). Identification and formation of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheese by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.*, 1054: 269-277.
- Gómez-Ruiz JA, Taborde G, Amigo L, Recio I, Ramos M (2006). Identification of ACE-inhibitory peptides in different Spanish cheeses by tandem mass spectrometry. *Eur Food Res Technol.*, 223: 595-601.
- Gonzalez L, Wendorff WL, Igham BH, Jaeggli JJ, Houck KB (2000). Influence of Salting Procedure on the Composition of Muenster-Type Cheese. *Journal of Dairy Science*, 83:1396-1401.

- Göncü A, AlpKent Z (2005). Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter. *International Dairy Journal*, 15: 771-776.
- Grappin R, Rank TC, Olson NF (1985). Primary Proteolysis of Cheese Proteins During Ripening. A Review. *Journal of Dairy Science*, 68 (3): 531-540.
- Guigoz Y, Solms J (1976). Bitter peptides: occurrence and structure. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development. J.L. Steele and G. Ünlü (Der.), *Food Technology*, 46: 128-135.
- Guizani N, Attabi ZA, Kasapis S, Gaafar OM (2006). Ripening profile of semi-hard standard goat cheese made from pasteurized milk. *International Journal of Food Properties*, 9(3): 523-532.
- Güler Z, Uraz T (2004). Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste-odour) of traditional Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4): 237-242.
- Gürsel A, Gürsoy A, Şenel E, Deveci O, Karademir E (2003). The use of freeze-shocked lactic starters in low-fat White pickled cheese. *Milchwissenschaft*, 58(5/6): 279-282.
- Gürsoy A, Gürsel A, Şenel E, Deveci O, Karademir E (2001a). Yağ içeriği azaltılmış beyaz peynir üretiminde ısı işlem uygulanan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* kültürlerinin kullanımı. GAP II. Tarım Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa, 269-278.
- Gürsoy A, Şenel E, Gürsel A, Deveci O, Karademir E, Yaman S (2001b). Yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynir üretiminde ısı işlem uygulanan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus bulgaricus* kültürlerinin kullanımı. *Gıda* 26: 375-383.
- Güven M, Karaca OB (2001). Proteolysis levels of white cheeses salted and ripened in brines prepared from various salts. *International Journal of Dairy Technology*, 54: 29-33.
- Hannon JA, Wilkinson MG, Delahunty CM, Wallace JM, Morrissey PA, Harrigan W, McCance ME (1993). *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. Academic Press, London, 452 sayfa.
- Hannon JA, Wilkinson MG, Delahunty CM, Wallace JM, Morrissey PA, Beresford TP (2003). Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *Int. Dairy Journal*, 13: 313-323.
- Hannon JA, Wilkinson MG, Delahunty CM, Wallace JM, Morrissey PA, Beresford TP (2005). Application of descriptive sensory analysis and key chemical indices to assess the impact of elevated ripening temperatures on the acceleration of Cheddar cheese ripening. *International Dairy Journal*, 15: 263-273.
- Hannon JA, Kilcawley KN, Wilkinson MG, Delahunty CM, Beresford TP (2007). Flavour precursor development in Cheddar cheese due to lactococcal starters and the presence and lysis of *Lactobacillus helveticus*. *International Dairy Journal* 17: 316-327.
- Harrigan WF (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. Academic Press, 532s, London.

- Hashemi M, Azar M, Mazlumi MT (2009). Effect of commercial adjunct lactobacilli on biochemical and sensory characteristics of Iranian white-brined cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 48-55.
- Hayaloğlu AA, Güven M, Fox PF (2002). Microbiological, biochemical and techological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir' . *International Dairy Journal*, 12: 635-648.
- Hayaloğlu AA (2003). Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 170 s.
- Hayaloglu AA, Güven M, Fox PF, Hannon JA, McSweeney PLH (2004). Proteolysis in Turkish White-brined cheese made with defined Strains of *Lactococcus*. *Int Dairy J*, 14: 509-610.
- Hayaloğlu AA, Güven M, Fox PF, McSweeny PLH (2005). Influence of Starters on chemical, biochemical and sensory changes in Turkish White-Briend Cheese. *Journal of Dairy Science*, 88: 3460-3467.
- Hayaloğlu AA, Brechany EY (2007). Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of Malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese. *Lait*, 87: 39-57.
- Hayaloğlu AA (2007). Comparisons of different single-strain starter cultures for their effects on ripening and grading of Beyaz cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 930-938.
- Hayaloğlu AA, Çakmakçı S, Brechany EY, Deegan KC, McSweeney PLH (2007). Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. *Journal Dairy Science*, 90: 1102-1121
- Hayaloğlu AA, Özer BH, Fox PF (2008). Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. *International Dairy Science Technology*, 88: 225-244.
- Hayaloğlu AA (2009). Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 1388-1394.
- Hayaloğlu AA, Topçu A, Koca N (2011a). Peynir analizleri. *Peynir biliminin temelleri*, Ed: Hayaloğlu AA, Özer B. İzmir, 489-562.
- Hayaloğlu AA, Özer B (2011). Peynirde olgunlaşma. *Peynir biliminin temelleri*, Ed: Hayaloğlu AA, Özer B. İzmir, 173-209.
- Hayaloğlu AA, Karagül-Yüceer Y, Avşar YK (2011b). Peynirde aroma. *Peynir biliminin temelleri*, Ed: Hayaloğlu AA, Özer B. İzmir, 263-301.
- Hynes E, Ogier JC, Delacroix-Buchet A (2001). Proteolysis during ripening of miniature washed-curd cheeses manufactured with different strains of starter bacteria and a *Lactobacillus plantarum* adjunct culture. *International Dairy Journal*, 11: 587-597.

- Hynes E, Bergamini CV, Suárez VB, Zalazar CA (2003). Proteolysis on Reggiano Argentinian cheeses manufactured with natural whey cultures and selected strains of *Lactobacillus helveticus*. *Journal of Dairy Science*, 86: 3831-3840.
- IDF (1982). Determination of total solid content. IDF Standard 4A, Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (1988). Determination of salt content, Standard 12 B. Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (1989). Determination of pH, Standard 15A. Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (1993). Determination of nitrogen content by Kjeldahl Method, 20B. Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (2000). Solids content in raw milk, Standard 141C, Brussels: International Dairy Federation.
- IDF (2001). Reference analysis for total solids (AOAC Oven-dried method), IDF 20 1-2. Brussels: International Dairy Federation.
- Iriyogen A, Izco JM, Ibanez FC, Torre P (2002). Influence of calf lamb rennet on the physicochemical, proteolytic, and sensory characteristics of an ewe's-milk cheese. *International Dairy Journal*, 12(1): 27-34.
- 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 Chemistry*, 100: 71-80.
- ISO (2008). Cheese-Determination of fat content-Butyrometer for Van Gulik method. ISO3432:2008, International Organization for Standardization.
- Jha YK, Singh S (1991). Effect of additives and *Lactobacillus casei* on flavour development in Cheddar cheese from buffalo milk. *Journal Food Science Technology*, 27(5): 268-271.
- Ji T, Alvarez VB, Harper WJ (2004). Influence of starter culture ratios and warm room treatment on free fatty acid and amino acid in Swiss cheese. *Journal of Dairy Science*, 87: 1986-1992.
- Jooyandeh (2009). Effect fermented whey protein concentrate on texture of Iranian white cheese. *Journal of Texture Studies*, 40: 497-510.
- Kandarakis I, Moatsou G, Georgala AIK, Kaminarides S, Anifantakis E (2001). Effect of draining temperature on the biochemical characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry*, 72: 369-378.
- Kaptan, B (2004). Farklı Bakteri Kültürlerinin Beyaz peynir yapımında uygunluğunun ve biyojen amin oluşturma riskinin belirlenmesi. Doktora Tezi Trakya Üniversitesi, Tekirdağ.
- Kaptan, B, Şimşek O, Kurultay Ş (2006). The effect non-starter *Enterococcus* ssp. on some properties White pickled cheese. *Milchwissenschaft*, 61(3): 308-311.

- Karahan AG, Kılıç GB, Kart A, Şanlıdere Aloğlu H, Öner Z, Aydemir S, Erkuş O, Harsa Ş (2010). Genotypic identification of some lactic acid bacteria by amplified fragment length polymorphism analysis and investigation of their potential usage as starter culture combinations in Beyaz cheese manufacture. *Journal of Dairy Science*, 93 (1): 1-11.
- Karakuş M, Alperden I (1992). Beyaz peynirin olgunlaşma sürecinde mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerindeki değişimler. *Gıda Sanayi*, 6(2): 34-47.
- Karami M, Ehsani MR, Mousavi SM, Rezaei K, Safari M (2009). Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. *Food Chemistry*, 112: 539-544.
- Katsiari MC, Kondyli E, Voutsinas LP (2009). The quality of Galotyri-type cheese made with different starter cultures. *Food Control*, 20: 113-118.
- Katsiari MC, Voutsinas LP, Alichanidis E, Roussis IG, (2000). Proteolysis in Reduced Sodium Feta Cheese Made by Partial Substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*, 10: 635-646.
- Kayagil F (2006). Geleneksel Starter kültürlerin peynir kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi. Biyoteknoloji Bölümü, Ankara.
- Kayagil F, Gürakan C (2009). Effects of starter culture combinations using isolates from traditional cheese on the quality of Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 62(3): 387-396.
- Kaymaz Ş (1982). İnek Sütü ile Yapılan Starterli ve Startersiz Salamura Beyaz Peynirlerin Olgunlaşma Süreleri Sırasında Bazı Serbest Aminoasitlerin (Arg, Ile, Leu, Met, Phe, Trp) Miktarları Üzerine Araştırmalar A. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(3-4): 545-560.
- Kesenkaş H, Akbulut N (2006). Destek kültür olarak kullanılan bazı mayaların Beyaz peynir aroması üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2): 73-84.
- Kılıç GB, Kuleaşan H, Eralp I, Karahan AG (2009). Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT- Food Science and Technology*, 42: 1003-1008.
- Kırmacı HA, Hayaloğlu AA, Özer B, Akçelik M, Akkoç N (2011). Proteolytic properties of Turkish white-brined cheese (*Beyaz peynir*) made by using wild-type *Lactococcal* strains. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3): 394-401.
- Kırmacı HA (2010). Geleneksel Urfa peynirlerinde yer alan laktik asit bakterilerinin izolasyonu, moleküler karakterizasyonu ve starter kültür olarak kullanım olanakları. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Kirst E (2002). Cheese ripening changes in milk fat and the development of aroma components. *DMZ, Lebensmittelindustrie-und-Milchwirtschaft*, 123(9): 36-42.
- Koburger, JA, Marth, EH, 1984. Yeast and moulds. In: Marvin L. Speck (Editor), *Compendium of Methods for the Examination of Foods A.P.H.A.*, Washington D.C. p 197-202.
- Koca N (2002). Bazı ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze Kaşar peynirlerinin nitelikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

- Koçak C, Yetişmeyen A, Atamer M (1994). Süt endüstrisinde starter kültürler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 1362/62: 51s.
- Koçak C, Erşen N, Aydınoglu G, Uslu K (1998). Ankara piyasasında satılan kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. Gıda, 23(4):247-251.
- Kondyli E, Katsiari MC, Masouras T, Voutsinas LP (2002). Free fatty acids and volatile compounds of low fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture. Food Chemistry, 79: 199-205.
- Kondyli E, Masouras T, Katsiari MC, Voutsinas LP (2003). Lipolysis and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial special starter cultures. Food Chemistry, 82: 203-209.
- Kondyli E, Katsiari MC, Voutsinas LP (2008). Chemical and sensory characteristics of Galotyri-type cheese made using different procedures. Food Control, 19: 301-307.
- Kunji ERS, Mierau I, Hagting A, Poolman B, Konings WN (1996). The proteolytic systems of lactic acid bacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 70: 187-221.
- Law BA, Castanon MJ, Sharpe ME (1976). The contribution of starter streptococci to flavour development of flavour in Cheddar Cheese. Journal Soc. Dairy Technology, 32: 87-90.
- Law J, Fitzgerald GF, Daly C, Fox PF, Farkye NY (1992). Proteolysis and flavor development in cheddar cheese made with the single starter strains *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* UC317 or *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* HP. Journal of Dairy Science, 75: 1173-1185.
- Lawrence RC, Creamer LK, Gilles J (1987). Texture development during cheese ripening. Journal Dairy Science, 70: 1748-1760.
- Leclerc PL, Gauthier SF, Bachelard H, Santure M, Roy D (2002). Antihypertensive activity of casein-enriched milk fermented by *Lactobacillus helveticus*. International Dairy Journal, 12: 995-1004.
- Lee BH, Kilcawley KN, Hannon JA, Park SY, Wilkinson MG, Beresford TP (2007). The Use of Viable and Heat-shocked *Lactobacillus helveticus* DPC 4571 in Enzyme Modified Cheese Production. Food Biotechnology, 21(2): 129-143.
- Lemieux L, Simard RE (1991). Bitter flavour in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture. Lait, 71: 599-636.
- Leuven IV, Caelenberg TV, Dirinck P (2008). Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. International Dairy Journal, 18: 790-800.
- Li MY, Ping HL (2005). Accelerated ripening Mozzarella cheese by increasing ripening temperature. China Dairy Ind, 33(5): 24-28.
- Liu, S-Q, Holland R, Crow VL (2004). Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. International Dairy Journal, 14: 923-945.

- Lignitto L, Cavatorta V, Balzan S, Gabai G, Galaverna G, Novelli E, Sforza S, Segato S (2010). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of water-soluble extracts of Asiago d'allevo cheese. *International Dairy Journal*, 20: 11–17.
- Litopoulou-Tzanetaki E, Tzanetakis N, Vafopoulou-Mastrajiannaki A (1993). Effect of type of lactic starter on microbiological, chemical and sensory characteristics of Feta cheese. *Food Microbiology*. 10:31-41.
- Lortal S, Chapot-Chartier MP (2005). Role, mechanisms and control of lactic acid bacteria lysis in cheese. *International Dairy Journal*, 15: 857-871.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951). Protein measurement with the Folin-Phenol reagents. *Journal Biology Chemistry*, 193: 265-275.
- Lynch CM, McSweeney PLH, Fox PF, Cogan TM, Drinana FD (1996). Manufacture of Cheddar cheese with and without adjunct Lactobacilli under controlled microbiological conditions. *International Dairy Journal*, 6: 851-867.
- Lynch CM, Fox PF, Muir DD, Banks JM, Brechany EY, McSweeney PLH (1999). Influence of adjunct cultures of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* or *Lactobacillus plantarum* on Cheddar cheese ripening. *Journal of Dairy Science*, 82(8): 1618-1628.
- Madkor, SA, Tong PS, El Soda M (2000). Evaluation of commercial adjuncts for use in cheese ripening: 5. Effect of added freeze-shocked adjunct lactobacilli on proteolysis and sensory quality of reduced fat Cheddar cheese. *Milchwissenschaft* 55: 382-386.
- Maeno M, Yamamoto N, Takano T (1996). Identification of an antihypertensive peptide from casein hydrolysate produced by a proteinase from *Lactobacillus helveticus* CP790. *Journal of Dairy Science*, 79: 1316-1321.
- Mallatou H, Pappa EC, Boumba AV (2004). Proteolysis in Teleme cheese made from ewes', goats' or a mixture of ewes' and goats' milk, Greece, *International Dairy Journal* 14: 977-987.
- Marco, G, Fabio M, Carlo G (2004). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. *International Journal Dairy Technology*, 57: 173-188.
- Martinez-Cuesta MC, Fernandez de Palencia P, Requena T, Pelaez C (2001). Enzymatic ability of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* IFPL731 for flavour development in cheese. *Int Dairy Journal*, 11: 577-85.
- McSweeney PLH, Fox PF (1997). Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. *Lait*, 41-76.
- McSweeney PLH, Sousa MJ (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80: 293-324.
- McSweeney PLH (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2/3): 127-144.
- Meisel H, Goepfert A, Günther S (1997). ACE inhibitory activities in milk products, *Milchwissenschaft-Milk Sci. Int*, 52: 307-311.

- Mendia C, Ibañez FJ, Torre P, Barcina Y (2000). Effect of pasteurization and use of a native starter culture on proteolysis in a ewes' milk cheese. *Food Control*, 11: 195-200.
- Meyer J, Bütikofer U, Walther B, Wechsler D, Sieber R (2009). Changes in angiotensin-converting enzyme inhibition and concentrations of the tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro during ripening of different Swiss cheese varieties, *Journal Dairy Science*, 92: 826-836.
- Michaelidou A, Katsiari MC, Kondyli E, Voutsinas LP, Alichanidis E (2003). Effect of a commercial adjunct culture on proteolysis in low-fat Feta-type cheese. *International Dairy Journal*, 13: 179-189.
- Michaelidou A, Katsiari MC, Voutsinas LP, Polychroniadou A, Alichanidis E, (2007). Effect of multiple-species starters on peptite profile and free amino acids in low-fat Kefalograviera-typecheese. *FoodChemistry*, 104: 800-807.
- Milesi MM, Wolf IV, Bergamini CV, Hynes ER (2010). Two strains of nonstarter lactobacilli increased the production of flavour compounds in soft cheeses. *Journal of Dairy Science*, 93: 5020-5031.
- Milesi MM, Bergamini CV, Hynes E (2011). Production of peptites and free amino acids in a sterile extract describes peptitolysis in hard-cooked cheeses. *Food Research International*, 44: 765-773.
- Moatsou G, Kandarikis I, Georgala AK, Alichanidis ES, Anifantakis EM (1999). Effect of Starters on Proteolysis of GrevieraKritis Cheese. *Lait*, 79: 303-315.
- Moatsou G, Massouras T, Kandarikis I, Anifantakis E (2002). Evolution of Proteolysis the Ripening of Traditional Feta Cheese. *Lait*, 601-611.
- Moatsou G, Massouras T, Anifantakis E (2004). Effect of different manufacturing parameters on the characteristics of Graviere Kritis cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4): 215-220.
- Molimard P, Spinnler HE (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. *Journal of Dairy Science*, 169-184.
- Morales P, Fernández-García E, Gaya P, Nuñez M (2003). Formation of volatile compounds by wild *Lactococcus lactis* strains isolated from raw ewes' milk cheese. *International Dairy Journal*, 13: 201-209.
- Morga S, Ross RP, Hill C (1997). Increasing starter cell lysis in Cheddar cheese using bacteriocin-producing adjunct. *Journal of Dairy Science*, 80: 1-10.
- Mulet A, Escriche I, Rossello C, Tarrazó J (1999). Changes in the volatile fraction during ripening of Mahon cheese. *Food Chemistry*, 65: 219-225.
- Nakamura Y, Yamamoto N, Sakai K, Okubo A, Yamazaki S, Takano T (1995a). Purification and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from sour milk. *Journal Dairy Science*, 78: 777-783.
- Nakamura Y, Yamamoto N, Sakai K, Okubo A, Yamazaki S, Takano T (1995b). Antihypertensive effect of sour milk and peptides isolated from it that are inhibitors to angiotensin I-converting enzyme. *Journal Dairy Science*, 78: 1253-1257.

- Nielsen MS, Martinussen T, Flambard B, Sørensen KI, Otte J (2009). Peptide profiles and angiotensin-I-converting enzyme inhibitory activity of fermented milk products: effect of bacterial strain, fermentation pH, and storage time. *International Dairy Journal*, 19: 155-165.
- Olson NF (1990). The impact of lactic acid bacteria on cheese flavour. *FEMS Microbial. Reviews*, 87: 131-138.
- O'Mahony JA, Sheehan ME, Delahunty CM, Mc Sweeney PLH (2006). Lipolysis and sensory characteristics of Cheddar cheeses ripened using different temperature time treatments. *Lait* 86: 59-72.
- Ong L, Shah NP (2008a). Influence of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *L. helveticus* on proteolysis, organic acid profiles, and ACE-inhibitory activity of Cheddar cheeses ripened at 4, 8, and 12°C. *Journal Food Science*, 73: M111–M120.
- Ong L, Shah NP (2008b). Release and identification of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in Cheddar cheeses. *LWT- Food Science and Technology*, 41: 1555-1566.
- Ong L, Shah NP (2009). Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on proteolysis and sensory characteristics of Cheddar cheeses. *Journal of Food Science*, 74(5): 181-191.
- Ortigosa M, Torre P, Izco JM (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of an indigenous starter culture on the volatile compounds and sensory characteristics of Roncal cheese. *J. Dairy Sci.* 84: 1320-1330.
- Otte J, Shalaby SM, Zakora M, Pripp AH, El-Shabrawy SA (2007a). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of milk protein hydrolysates: Effect of substrate, enzyme and time of hydrolysis. *International Dairy Journal*, 17: 488-503.
- Otte J, Shalaby SMA, Zakora M, Nielsens MS (2007b). Fractionation and identification of ACE-inhibitory peptides from α -lactalbumin and β -casein produced by thermolysin-catalysed hydrolysis. *International Dairy Journal*, 17: 1460-1472
- Oumer A, Garde P, Medina M, Nunez M. (2001). The effects of cultivating lactic acid cultures with bacteriocin-producing lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection*, 64: 81-86.
- Öner Z, Gül Karahan A, Aloğlu H (2006). Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 449-454.
- Özcan T (2000). Starter, proteaz ve lipaz kullanımının Mihaliç peynirinin olgunlaşma süresine etkisi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Pan D, Luo Y, Tanokura M (2005). Antihypertensive peptides from skimmed milk hydrolysate digested by cell-free extract of *Lactobacillus helveticus* JCM1004. *Food Chemistry*, 91: 123-129.
- Papadimitriou CG, Vafopoulou-Mastrogiannaki A, Silva SV, Gomes A, Malcata FX, Alichanidis E (2007). Identification of peptides in traditional and probiotic sheep

- milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity. *Food Chemistry*, 105: 647-656.
- Pappa EC, Anifantakis EM (2001). Effect of different concentrated cultures on the proteolysis and organoleptic characteristics of feta cheese. *Milchwissenschaft*, 56(6): 384-387.
- Pappa EC, Sotirakoglou K (2008). Changes of free amino acid content of Teleme cheese made with different types of milk and culture. *Food Chemistry*, 111:606-615.
- Pappas CP, Kondiyli E, Voutsinas LP, Malatou H (1996a). Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, organoleptic and rheological properties of Feta cheese. *Journal of Society of Dairy Technology*, 49(3): 73-78.
- Pastorino AJ, Hamsen CL, McMahon DJ (2003). Effect of salt on structure-function relationships of cheese. *Journal Dairy Science*, 86: 60-69.
- Pavia M, Trujillo AJ, Guamis B, Ferragut V (2000). Ripening control of salt-reduced manchego-type cheese obtained by brine vacuum-impregnation. *Food Chemistry*, 70: 155-162.
- Perotti MC, Bernal SM, Meinardi CA, Candiotti MC, Zalazar CA (2004). Substitution of natural whey starter by mixed strains of *Lactobacillus helveticus* in the production of Reggianito Argentino cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(1): 45-51.
- Pereira CI, Gomes EO, Gomes AMP, Malcata FX (2008). Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, 108: 862-868.
- Pinho O, Mendes E, Alves MM, Ferreira IM (2004). Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal Dairy Science*, 87: 249-257.
- Piska I, Štětina J (2004). Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 61: 551-555.
- Pripp AH, Shakell-Ur –Rehman, McSweeney PHL, Sorhaug T, Fox PF (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. *International Dairy Journal*, 9: 473-479.
- Quirós A, Ramos M, Muguerza B, Delgado MA, Miguel M, Aleixandre A, Recio I (2007). Identification of novel antihypertensive peptides in milk fermented with *Enterococcus faecalis*. *International Dairy Journal*, 17: 33-41.
- Riemelt I, Bartel B, Malczan M (1996). *Milchwirtschaftliche Microbiologie*, B. Behr's Verlag GmbH. Hamburg, 382s.
- Robert MC, Razaname A, Mutter M, Juillerat MA (2004). Identification of angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides derived from sodium caseinate hydrolysates produced by *Lactobacillus helveticus* NCC 2765. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6923-6931.

- Rodriguez-Alonso P, Centeno JA, Ignacio Garabal JI (2009). Comparison of the volatile profiles of Arzúa-Ulloa and Tetilla cheeses manufactured from raw and pasteurized milk. *LWT - Food Science and Technology*, 42: 1722-1728.
- Roufik S, Gauthier SF, Turgeon SL (2006). In vitro digestibility of bioactive peptides derived from bovine-lactoglobulin. *International Dairy Journal*, 16: 294-302.
- Roginski H, Fuquay JW, Fox PF (2003). Low-fat cheese. In *Encyclopedia of Dairy Science*, Academic Press, Oxford, UK. 438-444.
- Romeih EA, Michaelidou A, Biliaderis CG, Zerfiridis GK (2002). Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12: 525-540.
- Rychlik, M, Bosset J (2001). Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyere cheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. *International Dairy Journal*, 11: 903-910.
- Ryhänen EL, Pihlanto-Leppälä A, Pahkala E (2001). A new type of ripened, lowfat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal*, 11: 441-447.
- Sable S, Cottenceau G (1999). Current knowledge of soft cheeses flavour and related compounds. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 47: 4825-4836.
- Saito T, Nakamura T, Kitazawa H, Kawai Y, Itoh T (2000). Isolation and structural analysis of antihypertensive peptides that exist naturally in Gouda cheese. *Journal Dairy Science*, 83: 1434-1440.
- Salaun F, Mietton B, Gaucheron F (2005). Buffering capacity of dairy products. *International Dairy Journal*, 15: 95-109.
- Sarantinopoulos P, Kanaltzopoulos G, Tsakalidou E (2002). Effect of *Enterococcus faecium* on mikrobiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek feta cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 76(1): 93-105.
- Sasaki M, Bosman BW, Tan PST (1995). Comparison of proteolytic activities in various lactobacilli. *Journal Dairy Research*, 62: 601-610.
- Savijoki K, Ingmer H, Varmanen P (2006). Proteolytic systems of lactic acid bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 71: 394-406.
- Scolari G, Vescovo M (2005). Lysis of *Lactobacillus casei* 5Mn 373 accelerates Grana cheese ripening. *Eur Food Res Technology*, 220: 477-482.
- Shakeel-Ur-Rehman, Pripp AH, McSweeney PLH, Fox PF (1999). Asseesing the proteolytic and cheese ripening properties of single strains of Lactococcus in mimiature cheeses. *Lait*, 79: 361-378.
- Shakeel-Ur-Rehman, Banks JM, Brechany EY, Muir DD, McSweeney PLH, Fox PF (2000). Infuence of ripening temperature on the volatiles profile and favour of Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal*, 10: 55-65.
- Shalabi SI, Fox PF (1987). Electrophoretic analysis of cheese, comparison of methods. *Irish Journal Food Science Technology*, 11: 135-151.

- Sheu TY, Marshall RT (1993). Microencapsulation of lactobacilli in calcium alginate gel. *Journal Food Science*, 58: 557-561.
- Sieber R, Bütikofer U, Egger C, Portmann R, Barbara W, Wechsler D (2009). ACE-inhibitory activity and ACE-inhibiting peptides in different cheese varieties. *Dairy Science Technology*, 1-27.
- Sihufe GA, Zorrilla SE, Rubiolo AC (2010a). The influence of ripening temperature and sampling site on the proteolysis in Reggiano Argentinian cheese. *LWT-43*: 247-253.
- Sihufe GA, Zorrilla SE, Perotti MC, Wolf IV, Zalazar CA, Sabbag NG, Costa SC, Rubiolo AC (2010b). Acceleration of cheese ripening at elevated temperature. An estimation of the optimal ripening time of a traditional Argentinian hard cheese. *Food Chemistry*, 119: 101-107.
- Simov ZI, Simova ED, Beshkova DM (2006). Impact of two starter cultures on proteolysis in Kashkaval cheese *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22: 147-156.
- Singh TK, Drake MA, Cadwallader KR (2003). Flavor of cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Food Science Food Safety* 2, 139-163.
- Sipola M, Finckenberg P, Korpela R, Vapaatalo H, Nurminen ML (2002). Effect of long-term intake of milk products on blood pressure in hypertensive rats. *Journal of Dairy Research*, 69: 103-111.
- Smacchi E, Gobbetti M (1998). Peptides from several Italian cheeses inhibitory to proteolytic enzymes of lactic acid bacteria, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 948 and to the angiotensin I-converting enzyme. *Enzyme Microbiology and Technology*, 22: 687-694.
- Smacchi E, Gobbetti M (2000). Bioactive peptides in dairy products: synthesis and interaction with proteolytic enzymes. *Food Microbiology*, 17: 129-141.
- Sousa MJ, Ardö Y, McSweeney PLH (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11 (4-7): 327-345.
- Sousa MJ, Malcata FX (1996). Influence of pasteurization of milk and addition of starter cultures on protein breakdown in ovine cheese manufactured with extras from Flavorwax of *Cynara carunculosa*. *Food Chemistry*, 57 (4): 549-556.
- Steel RGD, Torrie JH (1980). *Principles and Procedures of Statistics*. Mc Graw-Hill Publ., New York, 650s.
- Steele JL, Ünlü G (1992). Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development. *Food Technol.*, 46: 128-135.
- Szczesniak AS (2002). Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.* 13: 215-225.
- Şahan N, Yaşar K (2002). Peynir üretiminde süt pıhtılaştırıcı enzimlerin rolleri. *Gıda Teknolojisi*, 6 (9): 31-40.
- Şanlıdere H, Öner Z (2006). Süt ürünlerinde bulunan biyoaktif peptitler ve fonksiyonlar. *Gıda*, 31(6): 311-317.

- Tarakçı Z, Tunçtürk Y (2008). The Effect of adjunct cultures on some chemical and biochemical properties of white-brined cheese. *Journal of Food Biochemistry*, 32: 490-505.
- Tavaria-Freni K, Franco I, Javier Carballo F, Xavier Malcata F (2003). Amino acid and soluble nitrogen evolution throughout ripening of Serra da Estrela cheese. *International Dairy Journal*, 13: 537-545.
- Tayar M (1995). Beyaz peynirlerin olgunlaşması süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler. *Gıda*, 20 (2): 97-101.
- Thage BV, Broe ML, Petersen MH, Petersen MA, Bennedsen M, Ardö Y (2005). Aroma development in semi-hard reduced-fat cheese inoculated with *Lactobacillus paracasei* strains with different aminotransferase profiles. *International Dairy Journal*, 15: 795-805.
- Topçu A, Saldamlı İ (2006). proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 9: 665-678.
- Tokatlı, M, Yıldırım M, Yıldırım Z (2005). Kazein türevli biyoaktif peptitler. *Gıda Mühendisliği 4. Kongresi, Ankara*, 147-157.
- Tosun İ (2009). Beyaz peynirin uçucu flavor bileşikleri üzerine, starter kültür ve olgunlaştırmanın etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- TSE (2008). TS 591 Beyaz peynir Türk Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TUİK (2010). <http://www.tuik.gov.tr>
- Tungjaroenchai W, Drake MA, White CH (2001). Influence of adjunct cultures on ripening of reduced fat Edam cheeses. *Journal of Dairy Science*, 84: 2117-2124.
- Tungjaroenchai W, White CH, Holmes WE, Drake MA (2004). Influence of adjunct cultures on volatile free fatty acids in reduced-fat edam cheeses. *Journal Dairy Science*, 87: 3224-3234.
- Turantaş F, Ünlütürk, A, Göktan D (1989). Microbiological and compositional status of Turkish White cheese. *International Journal Food Microbiology*, 8: 19-24.
- Upreti P, Lehtola PS, Metzger LE (2004). Influence of calcium, phosphorus, residual lactose, and salt-to-moisture ratio on Cheddar cheese quality: pH changes during ripening. Presented at 2004 ADSA ASAS PSA Annual meeting, Saint Louis, MO, 31.
- Upreti P, Mckay LL, Metzger LE (2006a). Influence of calcium and phosphorus, lactose and salt-to-moisture ratio on Cheddar cheese quality: Changes in residual sugars and water-soluble organic acids during ripening. *Journal Dairy Science*, 89: 429-443.
- Upreti P, Metzger LE, Hayes KD (2006b). Influence of calcium and phosphorus, lactose and salt-to-moisture ratio on Cheddar cheese quality: Proteolysis during ripening. *Journal Dairy Science*, 89: 444-453.

- Uraz T, Şimşek B (1998). Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda*, 23: 371-375.
- Urbach G (1997). The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds. *International of Dairy Journal Technology*, 50: 79-88.
- Urbach, G (1995). Contribution of lactic acid bacteria to favour compound formation in dairy products. *International of Dairy Journal*, 5: 877-903.
- Uysal HR (1996). Değişik miktarlarda kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerde proteoliz düzeyi üzerine araştırmalar. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33: 107-114.
- Üçüncü M (1971). Çeşitli starterle işlenen beyaz peynirlerin nitelikleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 177 s.
- Üçüncü M (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi Cilt-I. Meta Basım Matbaacılık, İzmir. 543s.
- Üçüncü M (2005). Süt ve mamülleri teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. 202-211, 432-437s.
- Valence F, Deutsch SM, Richoux R, Gagnaire V, Lortal S (2000). Autolysis and related proteolysis in Swiss cheese for two *Lactobacillus helveticus* strains. *Journal of Dairy Research*, 67: 261-271.
- Valsamaki K, Michaelidou A, Polychroniadou A (2000). Biogenic amine production in Feta cheese. *Food Chemistry*, 71: 259-266.
- Vicente MS, Ibanes FC, Barcina YR, Baron LJR (2001a). Casein breakdown ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(2): 210-215.
- Vicente MS, Ibáñez FC, Barcina Y, Barron LJR (2001b). Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type. *Food Chemistry*, 72: 309-317.
- Visser S (1993). Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavor. An Overview. *Journal of Dairy Science*, 46 (1): 329-350.
- Wang H, Cui L, Chen W, Heping Zhang H (2011). An application in Gouda cheese manufacture for a strain of *Lactobacillus helveticus* ND01. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3): 386-393.
- Wallace JM, Fox PF (1998). Rapid spectrophotometric fluorimetric methods for monitoring nitrogenous (proteinaceous) compounds in cheese and Cheese Fractions: A Review. *Food Chemistry*, 62 (2): 217-224.
- Watkinson, P, Coker C, Crawford, R, Dodds C, Johnston K, McKenna A, White N (2001). effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal*, 11: 455-464.
- Williams AG, Noble J, Banks JM (2001). Catabolism of amino acids by lactic acid bacteria isolated from Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 11: 203-215.

- Wolf IV, Perotti MC, Bernal SM, Zalazar CA (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. *Food Research International*.43: 1204-1211.
- Yamamoto N, Akino A, Takano T (1994a). Antihypertensive effect of the peptites derived from casein by an extracellular proteinase from *Lactobacillus helveticus* CP790. *Journal Dairy Science*, 77: 917-922.
- Yamamoto N, Akino A, Takano T (1994b). Antihypertensive effects of different kinds of fermented milk in spontaneously hypertensive rats. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 58: 776–778.
- Yamamoto N, Maeno M, Takano T (1999). Purification and characterization of an antihypertensive peptide from a yogurt-like product fermented by *Lactobacillus helveticus* CPN4. *Journal of Dairy Science*, 82: 1388-1393.
- Yangılar F (2010). Farklı probiyotik kültürler kullanarak üretilen Beyaz peynirlerin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yaşar K (2007). Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin Kaşar peynirlerinin özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yaygın H, Toklu GŞ (2000). Süt ürünleri üretiminde starter kültürler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ.
- Yılmaz G, Ayar A, Akın N (2005). The effect of microbial lipase on the lipolysis during the ripening of Tulum cheese. *Journal of Food Engineering*, 69: 269-274.
- Yılmaztekin M, Özer HB, Atasoy F (2004). Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in White-Brine Cheese. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 55 (1): 53-60.
- Yumiko YS, Yoshiko W, Andreas Wäsche (2008). Chemical composition, functional properties, and bioactivitie of rapeseed protein isolates. *Food Chemistry*, 107: 32-39.
- Yvon M, Rijnen L (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11: 185-201.

ÖZGEÇMİŞ

21.11.1982' de İstanbul'un Şişli ilçesinde doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1999 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2003 yılında Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2004-2006 yılları arasında Özkaleli Gıda Üretim ve Pazarlama A.Ş.'de Sorumlu Yönetici olarak çalıştı. 2007 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2008 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk annesidir.