

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE VE
OLGUNLAŞTIRILMASINDA DEVE KİMOZİNİN KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE BUZAĞI RENNETİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Sevil ERGÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MALATYA
AĞUSTOS 2015

Tezin Başlığı: Beyaz Peynir Üretiminde ve Olgunlaştırılmasında Deve Kimozininin Kullanım Olanaklarının Araştırılması ve Buzağı Renneti ile Karşılaştırılması

Tezi Hazırlayan: Sevil Ergül

Sınav Tarihi: 06 Ağustos 2015

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Anabilim dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

İnönü Üniversitesi



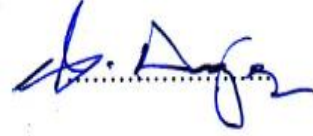
Doç. Dr. Ahmet Ferit ATASOY

Harran Üniversitesi



Doç. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi



Prof. Dr. Alaattin ESEN
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Beyaz Peynir Üretiminde ve Olgunlaştırılmasında Deve Kimozininin Kullanım Olanaklarının Araştırılması ve Buzağı Renneti ile Karşılaştırılması**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın, tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Sevil ERGÜL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE VE OLGUNLAŞTIRILMASINDA DEVE KİMOZİNİNİN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE BUZAĞI RENNETİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Sevil ERGÜL

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

74 + xiv sayfa
2015

Danışman: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Temel amaç Beyaz peynir üretiminde koagülant olarak deve kimozininin kullanım olanaklarının araştırılması ve buzağı kimozi ile karşılaştırılmasıdır. İlk aşamada, deve kimozi kullanılarak üretilen Beyaz peynirin koagülasyonu üzerine pH'nın etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, peynirler üç farklı koagülasyon pH'sında (pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2) koagüle edilerek, 75 gün olgunlaştırmaya tabi tutulmuş ve bileşim, proteolitik ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Analizler sonucunda, koagülasyon pH'sının süt jelinin reolojik özelliklerinde ve peynirlerin bileşiminde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır. En düşük proteoliz seviyesi Ph 6.2'de koagüle edilen peynirde saptanmıştır. Koagülasyon pH'sının peynirlerin sertlik değerleri ve kalıntı enzim aktivitesinin üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre pH 6.2, Beyaz peynir için en iyi koagülasyon pH'sı seçilmiştir.

İkinci aşamada deve ve buzağı kimozi kullanılarak üretilen Beyaz peynirin özellikleri üzerine tuz konsantrasyonunun (%9, %12, %14) etkisi incelenmiştir. Buzağı kimozi ile karşılaştırıldığında, deve kimozi ile koagüle edilen peynirler salamuradaki tuz konsantrasyonundan etkilendiği belirlenmiştir. Salamuradaki tuz konsantrasyonunun kalıntı enzim aktivitesi, üre-PAGE, RP-UPLC peptid profili, pH 4.6'da çözünen azot fraksiyonları ve sertlik değerleri üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık peynirlerin kazein parçalanmasının temel bileşen analizi ve peynirlerin peptid profilleri ile belirlenmiştir. Buzağı kimozi ile koagüle edilen peynir ve salamuralarının daha fazla kalıntı enzim içerdiği belirlenmiştir. Deve kimozi ile koagüle edilen peynirlerin, buzağı kimozi ile üretilenlere göre daha düşük kalıntı enzim aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, %12 tuz konsantrasyonuna sahip salamurada olgunlaştırılan ve deve kimozi kullanılarak üretilen peynirin, %14'lük salamurada olgunlaştırılan ve buzağı kimozi ile üretilen peynir ile benzer sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Beyaz peynir, deve kimozi, proteoliz, tuz, salamura.

ABSTRACT

MS Thesis

RESEARCHING OF UTILIZATION OF CAMEL CHYMOSIN IN THE PRODUCTION AND RIPENING OF BEYAZ PEYNİR AND COMPARISON WITH CALF CHYMOSIN

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

74 + xiv Pages

2015

Supervisor: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOGLU

This study is divided in two stages. The main objective was to investigate the utilization of camel chymosin as a coagulant in the production of Beyaz peynir and comparison with calf chymosin. In the first stage, the effect of pH on the coagulation of milk used in the manufacture of Beyaz Peynir using camel chymosine was determined. For that reason, cheese milk were coagulated in three different pHs (6.6, 6.4 and 6.2). The produced cheeses were ripened for 75 days and then analysed for their composition, proteolysis and texture. The pHs of coagulation caused significant differences in the rennet coagulation time of milk and gross chemical composition of cheeses. Lower level of proteolysis was observed in the cheeses coagulated at pH 6.2. Hardness of the cheeses and residual coagulant activity was also influenced by the coagulation pHs of milk. In conclusion of this part of study, pH 6.2 was selected as the best coagulation pH for Beyaz peynir.

In the second stage, the two coagulants were compared in terms of salt concentrations (9%, 12%, 14%). The cheeses coagulated by camel chymosin were influenced by salt concentrations when compared to the cheeses produced using calf rennet. Use of different concentrations of salt significantly influenced urea-PAGE, RP-UPLC peptide profiles, pH 4.6-soluble nitrogen fractions and hardness of the cheeses. These differences were demonstrated using principal components analysis for casein degradation and peptide profiles of the cheeses. Higher levels of residual coagulants were observed in cheeses using with calf rennet and also its brine was contained higher levels of coagulant activity. Otherwise, the cheese made by camel chymosin contained lower level of residual coagulant activity than the cheeses made using calf chymosin. In conclusion, using camel chymosin and 12% brine solution showed similar results with the cheeses made using calf chymosin and 14% brine solution.

Keywords: White cheese, camel chymosin, proteolysis, salt, brine.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2013-2014 akademik yılı içerisinde Erasmus öğrenci değişim programı kapsamında University Collage Cork (UCC), İrlanda’ da gerçekleştirilmiş ve İngilizce olarak hazırlanan araştırma projesi “Grade 1” derecesiyle kabul edilmiştir.

Öncelikle Erasmus öğrenci değişim programı aracılığıyla yüksek lisans öğrencilerinden biri olma fırsatını bana verdiği ve University Collage Cork’da (UCC) bulunduğum süre boyunca danışmanlığı, tavsiyeleri ve desteğinden ötürü **Prof. Dr. Paul McSweeney**’e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

University Collage Cork ile gerçekleştirilen Erasmus öğrenci değişim anlaşmasını sağlayan Türkiye’de ki danışmanım **Prof. Dr. Sayın Ali Adnan Hayaloğlu’na** gerek İrlanda’da bulunduğum süre boyunca gerekse önceki ve sonraki üniversite hayatımda yapmış olduğu destek, teşvik ve rehberliğinden ötürü teşekkürlerimi bir borç bilirim. Projeyi maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığına (Proje No: 2013/30) ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca teknik desteklerinden faydalandığım UCC Gıda Kimyası Bölümü teknik personelleri olan Therese Uniacke, Theresa Dennehy, Dave Waldron’a ve özellikle yardım ve desteklerinin yanı sıra sağladıkları moral ve dostluk ile tanıdığım için çok mutlu olduğum **Jim Holland** ve **Avril McCord**’a teşekkür ederim.

Araştırmalarım süresince laboratuvar arkadaşlıklarını benden esirgemeyen Lisa McAuliffe, Rodrigo Ibanez, Dr. Darren Cooke, Claudia Virgili, Kamil Drapala, Luca Amagliani, Eve Mulcahy, Shane Crowley’e ve özellikle tezimi ingilizce olarak yazarken yardımcı olan **Dr. Felicia Ciocia**’a, çalışma sırasında karşılaştığım sorunlarda samimiyetle yardımcı olan **Dr. Brian McGrat** ve **Dr. Veronica Caldeo**’ya teşekkür ederim.

En önemlisi, başta canım babam **Sadi ERGÜL**, biricik annem **Berrin ERGÜL** ve sevgili kardeşlerim **Ömer Faruk ERGÜL** ile **Mehmet Emre ERGÜL**’e onlardan uzakta çok zor geçirdiğim 10 ayda ve hayatım boyunca bana gösterdikleri sevgi, saygı, güven ve desteklerinden ötürü sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Süt	11
3.1.2. Starter Kültür	11
3.1.3. Koagülant.....	11
3.1.4. Kalsiyum klorür (CaCl ₂)	11
3.1.5. Salamura	11
3.1.6. Ambalaj materyali.....	12
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Koagülant Miktarının Belirlenmesi	12
3.2.1.2. Süt Jelinin Reolojisi	13
3.2.2. Beyaz Peynir Üretimi.....	14
3.2.2.1 Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi.....	14
3.2.2.2 Salamura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynire Etkisi	16
3.2.3 Süt Analizleri	17
3.2.4. Peynir Analizleri	18
3.2.4.1. Bileşim Analizleri	18
3.2.4.1.1. Kurumadde analizi	18

3.2.4.1.2. pH analizi	18
3.2.4.1.3. Yağ analizi	18
3.2.4.1.4. Tuz analizi.....	18
3.2.4.1.5. Protein analizi	19
3.2.5. Peynirdeki Azotlu Madde Fraksiyonlarının Ayrılması ve Proteoliz	19
3.2.6. Kalıntı Koagülant Aktivitesi	21
3.2.7. Tekstür Analizi.....	21
3.2.8. İstatistiksel Analizler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	22
4.1. Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi.....	22
4.1.1. Üretimde Kullanılan Çiğ Sütün Bileşim Özellikleri	23
4.1.2. Rennet Koagülasyon Süresi ve Süt Jelinin Reolojisi	23
4.1.3. Peynirlerin Bileşim Özellikleri	24
4.1.3.1. pH.....	26
4.1.3.2. Nem.....	27
4.1.3.3. Kurumaddede Yağ	28
4.1.3.4. Nemdeki Tuz Miktarı.....	29
4.1.3.5. Protein	30
4.1.3.6. Salamuranın İçerdiği Azotlu Madde Oranı	31
4.1.3.7. Toplam Serbest Amino Asit.....	32
4.1.3.8. pH 4.6'da Çözünen Azot Bazında Olgunluk İndeksi.....	33
4.1.4. Ters-Faz Ultra Performans Sıvı Kromatografisi (RP-UPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri.....	34
4.1.5. Proteolizin Urea-PAGE Yöntemiyle Belirlenmesi	37
4.1.6. Peynir, Salamura ve Peyniraltı Suyunda Kalıntı Enzim Aktivitesi	38
4.1.7. Tekstür	40

4.2. Salamura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynire Etkisi	41
4.2.1. Üretimde Kullanılan Çiğ Sütün Bileşim Özellikleri	41
4.2.2. Rennet Koagülasyon Süresi ve Süt Jelinin Reolojisi	41
4.2.3. Peynirlerin Bileşim Özellikleri	42
4.2.4. Ters-Faz Ultra Performans Sıvı Kromatografisi (RP-UPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri.....	51
4.2.5. Proteolizin Üre-PAGE Yöntemiyle Belirlenmesi	53
4.2.6. Peynir, Salamura ve Peyniraltı Suyunda Kalıntı Enzim Aktivitesi	57
4.2.7. Tekstür	59
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	61
5.1. Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi.....	61
5.2. Salamura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynire Etkisi	62
6. KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kazein pıhtılaşmasının şematik görünümü.	6
Şekil 3. 1. İlk Aşamada Beyaz Peynir Üretim Akım Şeması.	15
Şekil 3. 2. İkinci Aşamada Beyaz Peynir Üretim Akım Şeması.	17
Şekil 4.1. Koagülasyon pH'sının süt jelinin G' modülü üzerine etkisi. (%0.02 CaCl ₂ içeren, 35 °C' de 75 dk koagüle edilen).....	24
Şekil 4.2. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin pH'sına etkisi.	27
Şekil 4.3. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin nemine etkisi.	28
Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının kurumaddede yağ oranına etkisi.	29
Şekil 4.5. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının nemdeki tuz oranına etkisi.	30
Şekil 4.6. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının toplam protein oranına etkisi.	31
Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının salamurada bulunan azotlu madde oranına etkisi.....	32
Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirde serbest amino asit oranı üzerine etkisi.....	33
Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin olgunluk indeksine etkisi.....	34
Şekil 4.10. Olgunlaşmanın 30. gününde koagülasyon pH'sının peynirlere ait RP-UPLC peptid profiline etkisi.....	35
Şekil 4.11. Olgunlaşmanın 75. gününde koagülasyon pH'sının peptid profiline etkisi.	35
Şekil 4.12. Olgunlaşmanın 30. ve 75. gününde koagülasyon pH'sının Beyaz peynire etkisinin ana bileşen analizi.	36
Şekil 4.13. pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirlerin üre-PAGE elektroforezinin olgunlaşma süresince belirtilmesi.....	37
Şekil 4.14. pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirlerin üre-PAGE dendrogramı.	38

Şekil 4.15. Farklı koagülasyon pH'larında koagüle edilen peynir ve salamuraların heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.....	39
Şekil 4.16. Farklı koagülasyon pH'larında koagüle edilen peynirlerden 15, 60 ve 180 dakika sonra süzülen peyniraltı sularının heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.....	40
Şekil 4.17. Beyaz peynirin olgunlaşmanın 75. gününde ki sertlik değeri.	40
Şekil 4.18. Deve ve buzağı kimozininin süt jelinin G' modülü üzerine etkisi (%0.02 CaCl ₂ içeren 35 °C' de 75 dk koagüle edilen).	42
Şekil 4.19. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki pH gelişiminin olgunlaşma süresince değişimi.	44
Şekil 4.20. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirde ki nem içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.	45
Şekil 4.21. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin kurumadadaki yağ içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.	46
Şekil 4.22. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin nemdeki tuz içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.....	47
Şekil 4.23. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki toplam protein yağ içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.....	48
Şekil 4.24. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış salamuradaki azotlu madde içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.....	49
Şekil 4.25. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki serbest amino asidin olgunlaşma süresince değişimi.....	50
Şekil 4.26. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki pH 4.6 SN/TN içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.....	51

Şekil 4.27. Olgunlaşmanın 30. gününde peynirlere ait RP-UPLC peptid profili	52
Şekil 4.28. Olgunlaşmanın 75. gününde peynirlere ait RP-UPLC peptid profili	52
Şekil 4.29. Olgunlaşmanın 30. ve 75. gününde deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış Beyaz peynirin ana bileşen analizi.	53
Şekil 4.30. Deve kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki proteolizin olgunlaşma süresince değişimi.	54
Şekil 4.31. Buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki proteolizin olgunlaşma süresince değişimi.	55
Şekil 4.32. Deve kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin üre-PAGE dendrogramı.	56
Şekil 4.33. Buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin üre-PAGE dendrogramı.	57
Şekil 4.34. Deve ve buzağı kimozini ile üretilmiş %9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.	58
Şekil 4.35. Deve ve buzağı kimozini ile koagüle edilen peynirden 15, 30 ve 180 dakika sonra süzülen peyniraltı suyunun heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.	58
Şekil 4.36. Deve ve buzağı kimozini ile üretilmiş %9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin salamuralarının heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.	59
Şekil 4.37. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak üretilen peynirlere % 9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırmanın tekstürel özelliklerine etkisi.	60

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Beyaz peynirin genel bileşim özellikleri	5
Çizelge 4.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim değerleri (n=4).	23
Çizelge 4.2. Farklı koagülasyon pH'sında deve kimosini kullanılarak pıhtılaştırılan Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri ve pH değerleri.	25
Çizelge 4.3. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim değerleri (n=3).	41
Çizelge 4.4. Deve ve buzağı kimosini ile üretilen ve %9, %12, %14 salamurada olgunlaştırılan peynirlerin olgunlaşma süresince bileşim analiz sonuçları.....	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

α_{s1}	: alfa _{s1}
α_{s2}	: alfa _{s2}
β	: beta
κ	: kapa
μ	: mikro
CN	: kazein
mL	: millilitre
AB9:	
B9 ve AB9	: Buzağı kimosini ile koagüle edilip %9'luk salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
B12 ve AB12	: Buzağı kimosini ile koagüle edilip %12'lik salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
B14 ve AB14	: Buzağı kimosini ile koagüle edilip %14'lük salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
C9 ve EB9	: Deve kimosini ile koagüle edilip %9'luk salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
C12 ve EB12	: Deve kimosini ile koagüle edilip %12'lik salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
C14 ve EB14	: Deve kimosini ile koagüle edilip %14'lük salamurada olgunlaştırılan Beyaz Peynir
C/P	: Koagülasyon aktivitesinin proteolitik aktiviteye oranı
FAA	: Serbest amino asit
FDM	: Kurumaddede yağ
NaCN	: sodyum kazeinat
RP-UPLC	: Ters faz-ultra performanslı sıvı kromatografisi
RP-HPLC	: Ters faz-yüksek performanslı sıvı kromatografisi

S/M	: Nemdeki tuz
TCA	: trikoloroasetik asit
TP	: toplam protein
TA ve TN	: Toplam Azot
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TFA	: Trifloroasetik Asit
TNBS	: Trinitrobenzensülfonik asit
Üre-PAGE	: Üre-Poliakrilamid Jel Elektroforez
PCA	: Temel bileşen analizi
pH 4.6 SN /TN	: pH 4.6'da çözünen azot

1. GİRİŞ

Peynir, süt proteini olan kazeinin pıhtılaşması ile farklı tat, aroma, tekstür ve yapılarda üretilen bir gıdadır. Genel olarak peynir inek, koyun, keçi ve manda sütlerinin bir arada veya ayrı olarak kullanılmasıyla üretilir ve bu sütlerden gelen yağ ve proteinleri konsantre halde içerir. Peynir üretiminde süt asitlendirilerek veya süte rennet enzimi eklenerek pıhtılaştırılır, ardından katı kısım ayrıştırılır ve son şeklini alması için baskı uygulanır (Bassette ve Acosta, 1999).

Yaygın bir inanışa göre yaklaşık 8000 yıl önce ve Akdeniz bölgesi ile Türkiye'nin güneyi arasında yer alan Dicle ile Fırat nehirlerinin bulunduğu bölgede sütü depolamak amacıyla hayvanların midesinin kullanılması sonucu ilk peynir üretimi gerçekleşmiştir (Fox vd. 1996a). Günümüzde gittikçe artmakla birlikte yüzlerce peynir çeşidi üretilmektedir. Peynirin tat, aroma, tekstür ve fiziksel özelliklerini etkileyerek peynir çeşidinin artmasını sağlayan başlıca unsurlar ise sütün pastörizasyonunda kullanılan yöntem, starter kültür seçimi, sütün bileşimi, pıhtılaştırıcı seçimi, süt pH'sı ve pıhtılaştırıcı miktarı gibi değişkenlerdir.

Farklı tat, aroma, tekstür ve yapıda üretilen peynirlerden biri de Ortadoğu, Avrupa'nın güneydoğusu ve doğu Akdeniz ülkelerinin birçoğunda üretilen ve kullanılan süt cinsinin değişmesiyle farklı isimlerle adlandırılan "white-brined cheese" yani ülkemizde ki adıyla Beyaz peynirdir. Starter kültür olarak sütün doğal mikroflorasıyla birlikte termofilik, mezofilik veya bu kültürlerin kombinasyonu kullanılır. Bu peynirler genel olarak enzim ile pıhtılaştırılan peynirlerdir ve çoğu tüketilene kadar salamurada muhafaza edilir. Feta peyniri gibi yüzeyden kuru tuzlamayla veya Dominati peyniri gibi sütünün tuzlanması gibi muhafaza yöntemleri de kullanılmaktadır (Alichanidis, 2007).

Alichanidis (2007)'e göre kullanılan süt ve üretim teknolojisinin çeşitliliğinin sonucunda bu peynirler için ortalama bir bileşim belirtmek zor olmakla birlikte genel olarak nem içeriği %50-58, toplam azot % 2.7-3.1, kuru maddede ki yağ oranı % 40-50 ve nemdeki tuz miktarı %5.5-9 civarındadır. pH 4-5 arasında değişmektedir. TÜİK (2013) verilerine göre Türkiye'de 2013 yılında 7,938.510 ton süt üretilmiş ve bu sütlerden 598.915 ton peynir üretilmiştir. Genel peynir üretiminin %60-80'ini Beyaz peynir oluşturmaktadır (Hayalağlu vd. 2002). Bu orana göre yaklaşık olarak

359.349 ton beyaz peynir üretilmiştir. Beyaz peynir, genel peynir üretiminin büyük bir kısmını oluşturmada etkisiyle pek çok araştırmaya konu olmuştur.

Peynir biyokimyasal ve biyolojik açıdan dinamik bir üründür (Fox vd. 1996a). Peynirlerin olgunlaşması sırasında çok karmaşık mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Biyokimyasal olaylardan en önemlisi proteolizdir. Proteoliz sonucu, olgunlaşma süresince peynir tekstüründe yumuşama, pıhtıdaki kazein matriksinin hidrolizi ile ortaya çıkan büyük ve orta molekül ağırlıklı peptitlerin katkı sağlamasıyla aroma gelişimi ve hidroliz sonucu oluşan amino grupları ile yeni karboksilik asitlerin su ile bağlanması sonucu pıhtının su aktivitesinde azalma meydana gelir (McSweeney, 2004b). Bu parçalanma süreci de peyniraltı suyunun süzülme pH'sı, süte uygulanan ısıl işlemin özelliği ve rennet tipine bağlı olarak değişmekte ve peynirin tat, aroma ve tekstürü üzerinde önemli rol oynamaktadır.

Parçalanma sürecinde koagülantın proteolitik aktivitesi koagülasyon pH'sına bağlı olarak değişmektedir. Düşük pH'ya sahip sütlerde koagülant daha hızlı aktivite gösterir (Hannon vd. 2006; Ong vd. 2012). Giroux vd. (2014)'un süt jeline koagülasyon pH'sı, süte uygulanan ısıl işlem ve tuz etkisini incelediği çalışmasında, koagülasyon pH'sının düşmesi ile birlikte protein partikülleri arasında net yük ve elektrostatik çekimin azalması sonucu jel yapısının daha hızlı sağlandığı fakat sineresisin artarak pıhtı yapısında zayıflığa neden olduğu bildirilmektedir.

de Jong, (1976, 1977) yumuşak peynirlerde yüksek nem içeriği ve peynire ısıl işlem uygulanmaması nedeniyle temel proteolitik etkenin kalıntı enzim olduğunu bildirmiştir. Kalıntı enzimin kaynağı ise geviş getiren hayvanların midesinin dördüncü bölümünden elde edilen ve yaklaşık 50 yıl önce kimozen olarak adlandırıldığı halde günümüzde rennin olarak adlandırılan pıhtılaştırıcı enzimdir (Foltmann, 1969). Peynir yapımında yaygın olarak kullanılan pıhtılaştırıcı enzim olan buzağı kimozenine alternatif olarak günümüzde deve kimozeninin peynir üretiminde kullanım olanakları araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda deve kimozeninin C/P oranı (koagülasyon aktivitesinin proteolitik aktiviteye oranı) buzağı kimozeninden %70 daha fazla olduğu belirtilmiştir (Kappeler vd. 2006). Aynı zamanda her iki enzim ile eşit pıhtılaşma süresi sağlayacak şekilde enzim kullanıldığında deve kimozeninden daha az oranda kullanılmasının yeterli olduğu

bildirilmiştir (Bansal vd. 2009). Kaliteli bir peynir üretebilmek için kullanılan pıhtılaştırıcı enzimin proteolitik aktivitesinin düşük olması gerekmektedir.

Proteolitik aktivitenin kontrol altına alınabilmesi için C/P oranı yüksek olan enzimlerin kullanılmasının yanı sıra peynire eklenen tuzun olgunlaşma sırasında birçok enzim aktivitesini kontrol altına alınmasını sağladığı bildirilmiştir (Yıldırım vd. 2011). Peynirin nemdeki tuz içeriğinin artması toplam proteoliz seviyesinde belirgin bir azalmaya neden olmaktadır. Bunun nedeni, β -kazeinin yüksek oranda tuz içeren ortamda topaklaşarak enzimatik parçalanmaya karşı direnç kazanmasıdır (Tunçtürk ve Yarımbatman, 2005).

Pıhtılaştırıcı enzimin peynirin özellikleri üzerine özellikle de proteolize olan etkisinden ötürü çok önemli olmasına rağmen Beyaz peynirde pıhtılaştırıcı enzimin etkisini inceleyen çalışmalar çok azdır. Özellikle deve kimozininin Beyaz peynir üretiminde kullanım olanakları ile ilgili bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, Beyaz peynir üretiminde buzağı kimozinine alternatif olarak deve kimozininin kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada koagülasyon pH'sının (pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6) değişmesi ile deve kimozi ile koagülasyonu etkilenmesi sonucu peynirin kimyasal, biyokimyasal ve tekstürel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla koagülasyona hazırlanan süt örneklerine starter kültür (R604, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*) eklendikten sonra sütlerin asitliğinin pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6'ya kadar gelişmesi beklendikten sonra daha önceden analiz ile belirlenen miktarda deve kimozi (CHY-MAX™ M, 1261 IMCU) ile koagüle edilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen peynirler 4°C'de %14'lük salamurada (%0.02 CaCl₂ içeren ve pH5.3 olan) plastik torbalarda 1, 15, 30 ve 75 gün olgunlaştırılmıştır. Elde edilen analizler sonucunda ikinci aşama için pH 6.2 koagülasyon pH'sı olarak seçilmiştir. İkinci aşamada deve ve buzağı kimozi kullanılarak üretilen peynirler farklı konsantrasyondaki salamuralarda (%9, %12 ve %14) plastik torbalarda 1, 15, 30 ve 75 gün olgunlaştırılarak deve kimozi ile buzağı kimozi üzerine salamuradaki tuz konsantrasyonunun etkisi incelenmiş ve peynirin bileşim, proteoliz, tekstür ve kalıntı enzim aktivitesi üzerine etkisi karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

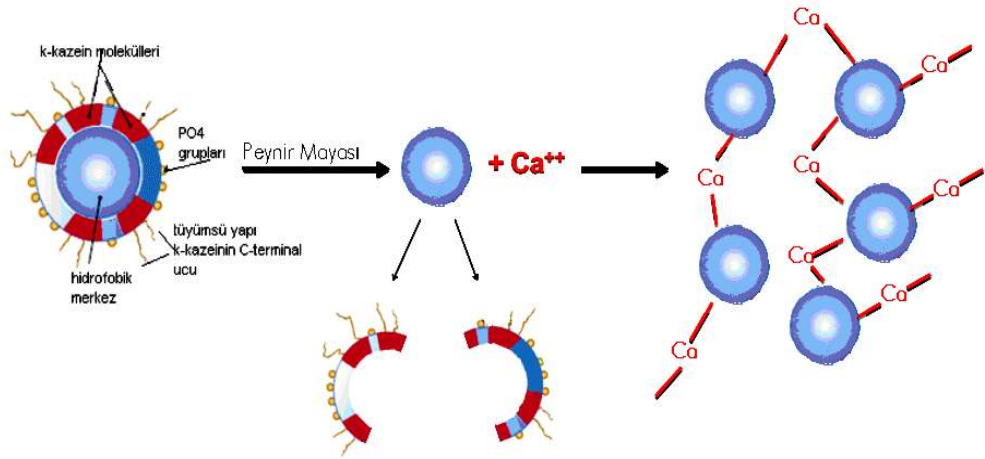
Farklı yerel isimlerle adlandırılmakla birlikte Türkiye’de üretilen Beyaz peynir, “hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir” olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2015). Beyaz peynir esasında çiğ keçi ve koyun sütlerinden veya bu sütlerin karışımından üretilir ve bu sütlerin beyaz renginden ötürü Beyaz peynir olarak adlandırılır. Ancak günümüzde bu sütler yılın her mevsiminde bulunmadığından artık çoğunlukla inek sütü kullanılmaktadır. Peynire işlenecek süte CaCl_2 eklenip rennet ile pıhtılaştırılır. Her bir peynir küpü yaklaşık 500 g olacak şekilde $8 \times 8 \times 8$ cm veya $7 \times 7 \times 10$ cm boyutlarında kesilerek 500 g veya 1 kg’lık paketler halinde salamura içinde ambalajlanır (Hayaloğlu vd. 2002). TGK (2015)’nın yayınladığı en son peynir tebliğine göre olgunlaştırılmış salamura peynirler için olgunlaşma süresi 90 gündür. Kuru maddede ki yağ oranına göre % 45 ve üzeri tam yağlı, % 25-45 yarım yağlı, % 10- 25 az yağlı ve % 10’dan daha düşük oranda yağ içeriğinde ise yağsız peynir olarak sınıflandırılmaktadır. Olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerin nem içeriği en çok %60, kurumaddede tuz içeriği en çok % 6.5 olarak belirtilirken, taze Beyaz peynirin nem içeriği en çok % 65, kurumaddede tuz içeriği en çok % 6.5 olarak belirtilmiştir.

Beyaz peynirin karakteristik özelliklerini belirlemek için pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda peynirin üretiminde kullanılan sütün ve starter kültürün çeşidi (Dağdemir vd. 2003; Hayaloğlu, 2006; Kayagil ve Candan, 2009, Kırmacı vd. 2011), kullanılan üretim teknolojisi (Cinbaş ve Kılıç, 2005), salamurada kullanılan tuz çeşidi ve konsantrasyonu (Güven ve Karaca 2001), ambalaj teknolojisindeki farklılıklar ve peynirin şeklinin (Uraz ve Gencer, 2000) Beyaz peynirin özelliklerine ve bileşimine etkisi incelenmiştir. Beyaz peynir bileşimi için bir standart olmamakla birlikte yapılan çalışmaların sonucunda bileşime ait geniş bir aralıktan söz etmek mümkündür. Bu durum Beyaz peynirin endüstriyel olarak üretiminde süt bileşenlerinin standardizasyonu ve peynir yapım sürecinin ekonomik temellere dayanmasıyla açıklanabilir. Önceki çalışmalara ait veriler Çizelge 2.1.’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Beyaz peynirin genel bileşim özellikleri

Peynir	Nem %	Yağ %	Tuz %	pH	TA %	Kaynaklar
Taze	58.82	17.25	6.20		2.30	Çakmakcı ve Kurt (1993)
	56.37	17.17	4.17		2.71	Kurt ve Özdemir (1995)
	55.6	18.38	4.64		2.57	Saldamlı ve Kaytanlı (1998)
	58.29	20.67	4.00		2.29	Uraz ve şimşek (1998)
	53.06	22.75	2.00		3.72	Gürsoy vd. (2001)
	57.93	24.00	2.20	5.18	2.69	Kavas vd. (2004)
	48.9/50.9			4.8/5.2	2.4/2.67	Hayaloğlu (2005)
	60.9/66.7	19/22.8	4.7/8.2	4.9/5.2	2.15/2.33	Kayagil ve Candan (2009)
	59.8/60.4			5.3/6.0		Kırmacı vd. (2011)
Olgun	62.5	15.75	6.89		2.02	Çakmakcı ve Kurt (1993)
	54.70	17.93	5.53		2.71	Kurt ve Özdemir (1995)
	62.60	18.21	6.02		2.13	Saldamlı ve Kaytanlı (1998)
	59.11	19.10	3.34		2.41	Uraz ve Şimşek (1998)
	60.95	18.88	4.38		2.56	Gürsoy vd. (2001)
	55.61	21.22	3.84	4.50		Güler ve Uraz (2004)
	58.9/61.4	17.8/19.1	5.8/6.1		2.13/2.26	Dağdemir vd. (2003)
	64.4/61.6	4.33/5.17	2.5/3.3	5.4/5.3		Kavas (2004)
	54/57	22.17	2.54	5.10	2.47	Kavas vd. (2004)
	62/54	18.2/20.8	3-3.3	4.6/5.3		Cinbaş ve Kılıç (2005)
	50.4/55.3			4.7/5.1		Hayaloğlu (2007)
	58.4/65.2	19.2/22.8	7.7/9.8	4.6	2.15/2.30	Kayagil ve Candan (2009)
	59.1/59.3			4.5/5.3	2.37/2.72	Kırmacı vd. (2011)

Sütün pıhtılaşması üç aşamada meydana gelir. İlk aşamada κ -kazein Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağından proteoliz olarak glikomakropeptid ve para-kazeinin ortaya çıkmasına neden olur. Sıcaklığın 20°C'nin üstünde olduğu takdirde ve kalsiyumun varlığında miseller kümeleşir. İkinci aşama κ -kazein'in %85 'inin hidroliz olmasıyla başlar. Bu aşamada para- κ -kazein miselleri kümeleşerek pıhtı yapısının oluşmasını sağlar (Fox vd. 2000). Swaisgood (1992)'a göre bu yapı kazeinin fosforil grupları aracılığıyla kalsiyum iyonları arasında köprüler oluşturarak sağlanır. Üçüncü aşamada su ve yağın da içinde hapsoldüğü çok bileşenli bir jel yapısına dönüşen kazeinin üç boyutlu ağ yapısı oluşur. Peynirin yapısı dolgu jel modeliyle sağlanır. Bu dolgu jel her bir bileşenin ağ yapısının oluşmasında rol oynadığı çok bileşenli materyal olarak tanımlanır (Tolstoguzov ve Braudo, 1983).



Şekil 2.1. Kazein pıhtılaşmasının şematik görünümü.

Şekil 2.1.'de solda kazein miseli, ortada koruyucu kolloid etkisiz kazein, sağda ise kalsiyum parakazeinat jeli görülmektedir.

Bansal vd. (2009b) deve kimoziini kullanılarak üretilen Cheddar peynirinde acılaşmaya neden olma potansiyeli taşıyan proteoliz seviyesinde düşmeye rağmen iyi bir aroma elde edildiğini bildirmiştir. Moynihan vd. (2014) yarım yağlı ve düşük nemli Mozzarella peynirlerinin üretiminde deve kimoziini kullanmış ve deve kimoziinin peynirin tüketilebilirlik şartlarını daha uzun süre sağlayarak raf ömrünü artırdığını bildirmiştir. Kappeler vd. (2006) buzağı κ -kazeininin üzerine deve kimoziininin pıhtılaştırıcı aktivitesinin buzağı kimoziininden %70 daha fazla olduğunu aynı zamanda koagülasyon pH'sına bağlı olarak rennetin proteolitik

aktivitesi de deðiřtiđi için koagölasyon pH'ının da oldukça önemli olduğunu bildirmiştir.

κ -Kazeininin makropeptid ünitelerinin koagölant tarafından parçalanması kazein miselleri arasında misellerin küleşmesini ve agregasyonun kolaylaşmasını sağlayan yüzey potansiyelini ve sterik itme kuvvetinin azalmasına neden olur. Düşük pH'da koagölant daha hızlı harekete geçerek hızlı bir koagölasyon sağlar (Hannon vd. 2006; Ong vd. 2012). Enzimatik aşamada κ -kazein, peynir mayasındaki asit proteinazlar tarafından gerçekleştirilen sınırlı proteoliz ile Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağından parçalanarak para- κ -kazein ve kazeinomakropeptid (glikomakropeptid) olmak üzere iki kısıma ayrılır. Bunlardan iki değerli iyonlar (Ca, Mg, P) içeren para- κ -kazein oldukça hidrofobik olup miseller üzerinde tutulur. Kazeinomakropeptit ise hidrofilik olup misellerden ayrılarak seruma geçer. Misellerden seruma doğru “sa” benzeri çıkıntılar halinde bir görünüüm sergileyen glikomakropeptidin (kazeinomakropeptit) misellerden ayrılması, misellerden zeta potansiyeline -10/-20'den -5/-7 mV'a (~%50) düşürür. Bu durum κ -kazeinin misel stabilitesi üzerindeki koruyucu etkisinin kaybolmasına yani, yüzey yükünün (elektrostatik, sterik) ve hidratasyonun azalmasına böylece, pıhtılaşma için bir zeminin oluşmasına ve misellerin birbirine yaklaşmasına neden olur. Enzimatik aşamada pH, ısıl işlem, enzim konsantrasyonu ve iyonik kuvvet etkili olmaktadır. Bu aşamada pH'daki düşüş enzimin substrata ilgisini artıracadığından pH değişimi önemli etkiye sahiptir. pH'nın 6.7'den 5.0'e doğru düşmesi proteolizi hızlandırır ve pıhtı oluşma süresini kısaltır (Koçak ve Güzelseydim, 2011).

Giroux vd. (2014) pH, ısıl işlem ve kuru tuzlamanın enzimle pıhtılaştırılmış süt jellerin büzüşme kinetiği üzerine etkisini incelediği araştırmada sütün pH'sının düşürölmesiyle protein partikülleri arasında elektrostatik çekimin ve net yükün azaldığını bunun da süt jelinin büzüşmesini teşvik ettiğini belirtmiştir. Ayrıca mayalama pH'ının 6.6'dan 6.2'ye düşürölmesi kolloidal kalsiyum fosfatın azalması ve pıhtı yapısında zayıflaması sonucu serum ayrılması yaklaşık olarak iki kat arttığı belirlenmiştir.

Bir miselin agregasyonu, misel üzerinde ki κ -kazeinin, pH 6.6 ve 31°C'deki süt için yaklaşık %97'sinin parçalanmasıyla başlarken, pH 6.2 ve 30°C'deki süt için %60'lık hidrolizi yeterlidir. pH 6.7'den 5.6'ya düşerken pıhtılaşma süresi de 7

birimden 1 birime düşmektedir. Agregasyon aşamasında olduğu gibi jelleşme aşamasında da pH oldukça önemlidir. pH'nın düşmesi jelin sıkılığını önemli düzeyde artırır. Jel sıkılığındaki bu artış pH 6.0'ya kadar devam eder. pH'nın daha da düşmesi demineralizasyona ve misellerden kalsiyumun ayrılmasına neden olur (Koçak ve Güzel Seydim, 2011).

Sütün enzim ile pıhtılaştırılmasında pH oldukça önemlidir. Aynı zamanda enzim çeşidine göre de pıhtılaşmanın pH duyarlılığında farklılıklar bulunmuştur. Børsting vd. (2014) pıhtıda kalan deve kimozininin üzerine pH etkisini incelemiş ve pıhtıda kalan deve kimozininin pH değişimine buzağı kimozininkinden daha fazla duyarlı olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacılar bu durumu deve kimozini moleküler yapısının Jensen vd. (2013)' in belirttiği gibi 323 amino asitten 48'inin farklı olması sonucu buzağı kimozininden daha düşük negatif yüke sahip olmasıyla açıklamışlardır.

Peynirde proteoliz seviyesi peynirin nemdeki tuz oranına (S/M) bağlı olarak değişebilmektedir. Olgunlaşma süresince salamuradaki tuz seviyesi arttıkça peynirdeki proteoliz seviyesi azalmaktadır. Fakat Dünya Sağlık Örgütü (WHO) hipertansiyon (Kotchen vd. 2013), kalp hastalıkları (Woodruff vd. 2014), osteoporoz (Heaney vd. 2010) ve diyabet (Katsuda vd. 2014) gibi sağlık problemlerini azaltmak için tüm gıda tiplerindeki günlük tuz alım oranını düşürmeyi tavsiye etmektedir. Peynir tüketimi ile de günlük tuz alımının yaklaşık % 11-20 oranında karşılandığı belirtilmektedir (Guinee ve O'Kennedy, 2007). Bu oranın yüksekliği peynirin içerdiği tuz oranının peynirin kalitesi üzerine olumsuz etkisi olmayacak kadar çok, sağlığa zararı en düşük seviyede olacak kadar az olmasının gerekliliğininde beraberinde getirmektedir.

Olgunlaşma süresince peynirde proteoliz seviyesini kontrol etmek amacıyla pek çok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalardan biri de koagülant olarak deve kimozininin kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Kimozin dikarboksilik ve hidroksi amino asit residülerince zengin, temel residülerce düşük bir içeriğine sahip 323 amino asit rezidüsünden oluşan tek polipeptit zincirli bir enzimdir (Fox ve McSweeney, 1997). Foltmann (1969) kimozinin 16 amino asitten oluşan, inaktif bir ön madde olan ve zayıf alkali pH'da stabil olan prekimozin olarak salgılandığını belirtmiştir. Bu sinyal peptid kısmı, prokimozin oluşturulurken parçalanarak ortadan

kaybolmaktadır. Bunu 42 amino asitli pro- kısmı takip eder. 365 amino asitten oluşan tek zincirli bir polipeptid olan prokimozin 40.777 Da molekül ağırlığına sahip bir peptiddir. Prokimozin pH 7.0'nin üstünde ve pH 5'in altında denature olarak N terminalinden kesilen peptid bölümünün oluşmasıyla sonuçlanan sınırlı proteolizle süt pıhtılaştırıcı özellikteki kimozine dönüşür (Mohanty vd. 1999).

Buzağı kimozini yalnızca 254. sırada bulunan bir gen lokusundaki farklı amino asitleri içermesiyle (kimozin A'da Asp; kimozini B'de Gly) birbirinden ayrılan iki büyük allelik yapıdadır (Donnelly vd. 1984, Jacob vd. 2011). Kappeler vd. (2006) ve Bansal vd. (2009b) deve kimozininin proteolitik aktivitesinin buzağı kimozininden %70 daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bansal vd. (2009b) deve kimozini ve buzağı kimozini kullanılarak aynı kesme süresini sağlamak için daha az miktarda deve kimozini gerekli olduğunu belirtmiştir. Bunun anlamı sütü koagüle etmek için daha az enzim kullanılması sonucu daha az acılaşma gelişimi ve daha sıkı bir peynir yapısının elde edilebilmesi olacaktır. Möller vd. (2012), buzağı ve deve kimozininin sığır κ -kazeininin hidrolizinde enzim kinetiğini incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre para- κ -kazein ve kazein makro peptid üretmek için κ -kazeinin Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağı kırarak bu enzimlerin benzer proteolitik aktivite gösterdiği ifade edilmiştir. Her iki enzimin de kinetik özelliği Michaelis-Menten modeline uygunluk göstermiştir. Buzağı kimozini ile kıyaslandığında deve kimozininin κ -kazein bağı yaklaşık %30 daha düşük çekim kuvveti ve %60 daha yüksek devir hızı gösterdiği ve bunun sonucunda yaklaşık %15 daha yüksek katalitik verim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Peynir sütüne ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimin çoğu peynir suyu ile ayrılmaktadır. Peynirin üretim yöntemine göre pıhtıda kalan kalıntı enzim miktarı değişmekle birlikte % 4-6 oranında kalmaktadır. Kazeinin başlangıç proteolizi için oldukça önemli olan bu kalıntı enzim peynirin olgunlaşma sürecinde de rol oynadığı belirtilmiştir (Koçak ve Güzel Seydim, 2011). Ancak pıhtıda kalan enzim miktarı enzimin çeşidine, peyniraltı suyunun süzülme pH'sına, peynir üretim tekniğine, uygulanan ısı işleme ve peynirin nemine bağlı olarak % 0-15 oranında aktivite gösterebilmektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992).

Peynirin olgunlaşma aşamasında kimozin α_{s1} -, α_{s2} - ve β -kazeinler üzerine proteolitik etki gösterir. Pıhtıda kalan kimozin üretimin yaklaşık ilk 24 saatinde α_{s1} -

kazeinin %40'ını Phe₂₃-Phe₂₄ arasındaki peptit bağından hidroliz ederek, α_{s1} -kazein (f1-23) ve α_{s1} -I-kazein (f24-199) fraksiyonlarını oluşturmaktadır (Fox ve McSweeney,1996b). Kimozinin α_{s2} -kazein üzerine etkisi sınırlıdır. β -kazein üzerindeki etkisi ise NaCl (%5) varlığında inhibisyon sonucu ortadan kalkmaktadır (Koçak ve Güzel Seydim, 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Peynir üretiminde kullanılacak inek sütü Cork (İrlanda)'da yerel bir süt çiftliğinden 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 Kültür

Peynir üretiminde starter kültür olarak *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* suşlarını içeren karışık mezofilik peynir kültürü (R604, Chr. Hansen, France, SAS 91292, Arpajon cedex, -5 °C' de depolanmıştır) kullanılmıştır.

3.1.3. Koagülant

Pıhtılaştırıcı enzim olarak Chr. Hansen (Danimarka) firmasından temin edilen fermentasyon ile üretilmiş buzağı kimozi CHY-MAXTM (206 IMCU/mL) ve deve kimozi CHY-MAXTM M (1261 IMCU/mL) kullanılmıştır. Üretilcek tüm peynir çeşitleri için 75 dakikalık koagülasyon süresi sonunda, eşit jel kuvvetini sağlayacak enzim miktarı saptandıktan sonra saf su ile seyreltilerek peynir sütüne ilave edilmiştir.

3.1.4. Kalsiyum klorür (CaCl₂)

Food Grade CaCl₂ (Sigma Aldrich Co. D, 82039 Deisenhofen, Almanya), çözeltisinden yararlanılmıştır. Peynire işlenecek süte % 0.02 (w/v) oranında ilave edilmiştir.

3.1.5. Salamura

Peynirlerin salamurasında kullanılan tuz, University Collage Cork (UCC) peynir üretim tesisinden temin edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında üretilen peynirler için %14'lük salamura hazırlanmıştır. İkinci aşamada üretilen peynirler için %9, %12 ve %14'lük salamuralar hazırlanmıştır. Salamuralara % 0.02 (w/v) CaCl₂ eklenmiş ve pH 5.3'e 0.1 M laktik asit ile ayarlanmıştır.

3.1.6. Ambalaj materyali

Peynirlerin ambalajlanmasında plastik torbalar kullanılmıştır. Kullanılan plastik torbalar University Collage Cork (UCC) peynir üretim tesisinden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Koagülant Miktarının Belirlenmesi

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada koagülant olarak deve kimozi kullanılarak koagülasyon pH'sının Beyaz peynirin özelliklerine etkisi incelenmiştir. İlk aşamada koagülasyon pH'sına bağlı olarak süt jelinin kuvvetinin değişmesi sonucu tüm peynirler için eşit süt jeli kuvveti sağlayacak şekilde koagülant farklı oranlarda seyreltilerek kullanılacak koagülant miktarı belirlenmiştir. İlk aşamada üretilen peynirlerden elde edilen verilere göre ikinci aşamada üretim parametresi olarak kullanılmak üzere koagülasyon pH'sı seçilmiştir. İkinci aşamada koagülant olarak deve ve buzağı kimozi kullanılmıştır. Her iki enzimin de pıhtılaştırıcı kuvvetinin farklı olması sonucu tıpkı ilk aşamadaki gibi koagülasyon süresi sonunda eşit jel kuvvetine sahip peynirler üretebilmek için koagülantlar farklı oranlarda seyreltilerek kullanılacak koagülant miktarları belirlenmiştir. Bu amaçla peynir üretiminden önce rennet koagülasyon süresi ve süt jelinin reolojisi analizleri yapılmıştır.

3.2.1.1. Rennet Koagülasyon Süresi

Sütün koagülasyon pH'sına, kullanılan enzime, sıcaklığa ve ortamda bulunan kalsiyum miktarına bağlı olarak enzimatik hidroliz, agregasyon ve jelleşme aşamalarına sahip olan koagülasyon sürecinde farklılıklar meydana gelir. Koagülasyon süresine etki eden faktörler üzerine yapılan çalışmalarda sadece etkisi incelenmek istenilen faktör değiştirilerek diğer tüm şartlar eşitlenmeli ve süt jeline ve peynirin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özelliklerine etkisi incelenmelidir. Bu çalışmada peynir üretimi gerçekleştirilmeden önce etkisi incelenecek faktörlere bağlı olarak eşit koagülasyon süresi ve jel kuvvetine sahip peynirlerin karşılaştırılması temel alınmıştır. Bu amaçla kullanılacak enzim miktarı farklı oranlarda seyreltilerek peynir üretiminde kullanılması gereken enzim miktarları belirlenmiştir.

Deneyin prensibine göre çalışmada kullanılan süt örneklerinin koagülasyon süresi deneyi Berridge metoduna göre (IDF, 1987) 3 paralel yapılmıştır. İlk aşamada üretilen peynirler için eşit koagülasyon süresini sağlayacak koagülant miktarını belirlemek amacıyla 20 g/100 L CaCl_2 ilave edilen 10 mL'şer süt örneklerinin pH'ları pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2' ye HCl ile ayarlanmıştır. Kapaklı tüplere 2 mL pH 6.6, pH 6.4, pH 6.2' ye ayarlı sütlerden alınarak 35°C' de 15 dk su banyosunda bekletilmiştir. İlk pıhtının görüldüğü süre tüm süt örnekleri için yaklaşık 10 dk olacak şekilde 10 µl farklı oranlarda seyreltilen deve kimozini (CHYMAX™ M) tüplere eklenmiştir. Sıcaklık sabit tutulup tüpler sürekli, hafifçe ve eşit hızda çalkalanmıştır. pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2' de koagüle edilen peynirler için sırasıyla 1:250, 1:400 ve 1:500 (v/v) oranında saf su ile seyreltilen deve kimozini kullanımı sonucu eşit koagülasyon süresi sağlanmıştır.

İkinci aşamada üretilen peynirler için eşit koagülasyon süresini sağlayacak koagülant miktarını belirlemek amacıyla 20 mL süt örneği pH 6.2' ye HCl ile ayarlanmış ve 20 g/100 L CaCl_2 ilave edilmiştir. Kapaklı tüplere 2 mL süt alınarak 35°C' de 15 dk su banyosunda bekletilmiştir. İlk pıhtının görüldüğü süre tüm süt örnekleri için yaklaşık 10 dk olacak şekilde 10 µl farklı oranlarda seyreltilen deve ve buzağı kimozini tüplere eklenmiştir. Sıcaklık sabit tutulup tüpler sürekli, hafifçe ve eşit hızda çalkalanmıştır. Deve (CHYMAX™ M) ve buzağı (CHYMAX™) kimozini ile koagüle edilen peynirler için sırasıyla 1:500 ve 1:100 (v/v) oranında saf su ile seyreltilen deve ve buzağı kimozini kullanımı sonucu eşit koagülasyon süresi sağlanmıştır.

3.2.1.2. Süt Jelinin Reolojisi

Süt jelleri visko-elastiktir ve reolojik özellikleri viskozite (G') ve elastikiyet (G'') modülü ile ölçülerek karakterize edilebilir (Lucey, 2002). Koagülant eklenen yağsız süt örneklerinin dinamik oscilasyon analizi shear stres AR-G2 reometresi ve bir Peltier konsantrik silindir sistem ve konik mil (çap 28.02 mm x uzunluk 42.01 mm; TA Instruments, Waters LLC, Leatherhead, Surrey, UK) kullanılmıştır. Deney 3 paralel yapılmıştır. İlk aşamada üretilen peynirler için koagülasyon süresi sonunda eşit jel kuvvetini sağlayacak koagülant miktarını belirlemek amacıyla 20 g/100 L CaCl_2 ilave edilen 100 mL'şer süt örneklerinin pH'ları pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2' ye HCl ile ayarlanmıştır. Her bir süt örneğinden (pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2) 25 mL

alınarak önceden ısıtılmış su banyosunda 35°C'de 15 dk bekletilerek her bir süt örneği için sırasıyla 1:250, 1:400, 1:500 (v/v) oranında seyreltilmiş 250 µL deve kimozini (CHYMAX™ M) eklenerek deney gerçekleştirilmiştir. Her örnek için G', 75 dk boyunca 0.6283 rad/s oscilasyon sıklığıyla ölçülmüştür. Analiz sonucunda jel kuvvetleri eşit olacak şekilde seyreltilen kimozini oranı belirlenerek peynir üretimleri gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada üretilen peynirler için koagülasyon süresi sonunda eşit jel kuvvetini sağlayacak koagülant miktarını belirlemek amacıyla 200 mL süt örneği pH 6.2' ye HCl ile ayarlanmış ve 20 g/100 L CaCl₂ ilave edilmiştir. Hazırlanan süt örneğinden 25 mL alınarak önceden ısıtılmış su banyosunda 35°C'de 15 dk bekletilerek deve ve buzağı kimozini için sırasıyla 1:500 ve 1:100 (v/v) oranında seyreltilmiş 250 µL deve (CHYMAX™ M) ve buzağı (CHYMAX™) kimozini eklenerek deney gerçekleştirilmiştir. Her örnek için G', 75 dk boyunca 0.6283 rad/s oscilasyon sıklığıyla ölçülmüştür. Analiz sonucunda jel kuvvetleri eşit olacak şekilde seyreltilen kimozini oranı belirlenerek peynir üretimleri gerçekleştirilmiştir.

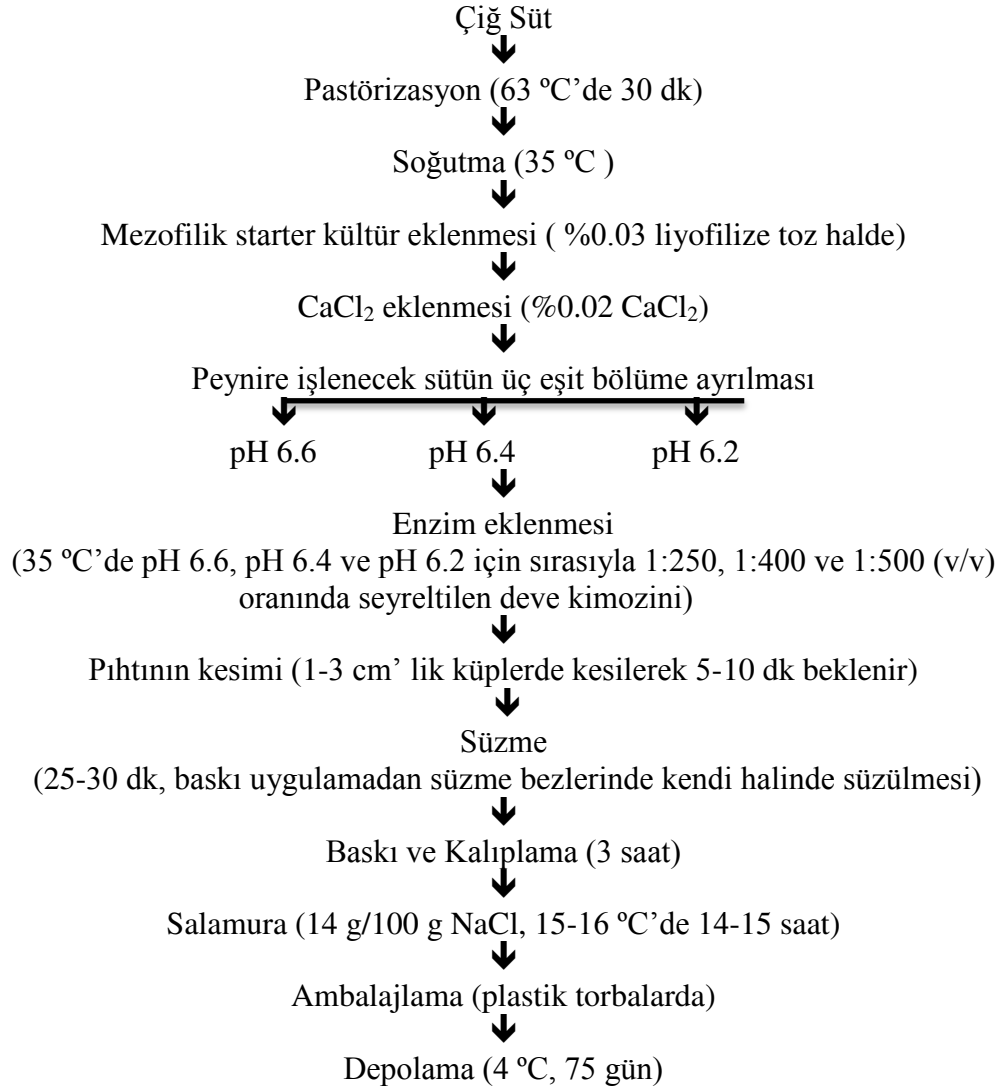
3.2.2. Beyaz Peynir Üretimi

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada koagülant olarak deve kimozini kullanılarak koagülasyon pH'sının Beyaz peynirin özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı koagülasyon pH'sında (pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2) koagüle edilen Beyaz peynirler üretilmiştir. İlk aşamada üretilen peynirlerden elde edilen verilere göre ikinci aşamada üretim parametresi olarak kullanılmak üzere koagülasyon pH'sı seçilmiştir. İkinci aşamada koagülant olarak deve ve buzağı kimozini kullanılarak ilk aşamada belirlenen koagülasyon pH'sında koagülasyon sağlanmış ve üç farklı tuz konsantrasyonuna (%9, %12 ve %14) sahip salamurada peynirler olgunlaştırılmıştır. Yapılan peynir üretimi ve analizler farklı günlerde gerçekleştirilmiştir. Her iki aşama için ayrıntılı Beyaz peynir üretimi alt başlıklar halinde açıklanmıştır:

3.2.2.1 Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi

Yaklaşık 5 litre sabah sağımı taze inek sütü 63°C'de 30 dakika ısıtılma tabii tutulmuştur. Isıl işlem sonrası süt 35°C'ye soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta, peynir sütüne % 0.03 (w/v) starter kültür (R604) ve %0.02 (w/v) CaCl₂ ilave edilmiş ve

homojen bir dağılım sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. Peynire işlenecek süt üç eşit bölüme ayrılmıştır. Süt asitliğinin gelişerek pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2' ye gelmesi beklenmiştir.



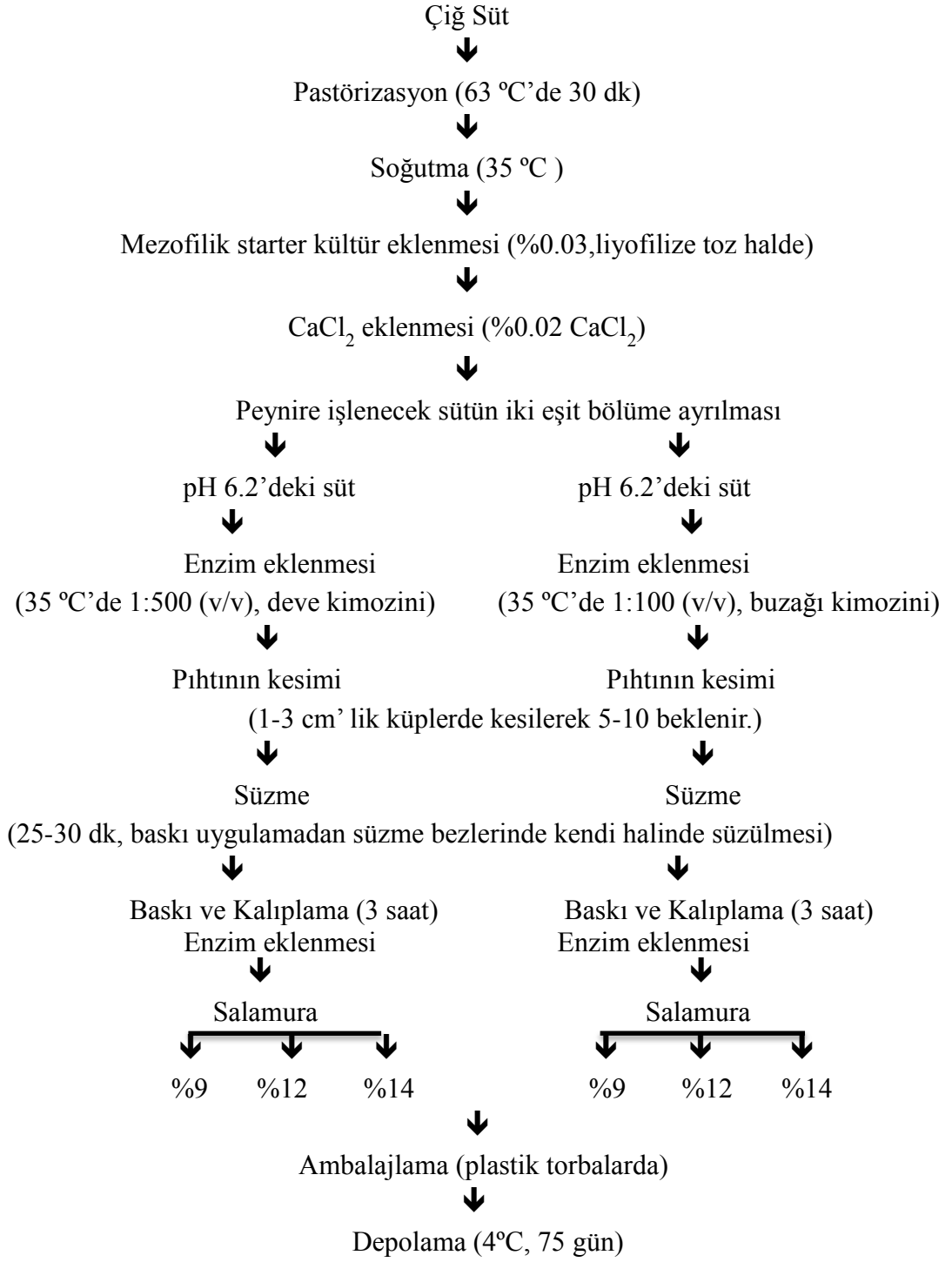
Şekil 3. 1. İlk Aşamada Beyaz Peynir Üretim Akım Şeması.

Süt jelinin reolojisi analizi sonucunda seyreltme oranları pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2 için sırasıyla 1:250, 1:400, 1:500 (v/v) olarak bulunan deve kimosini bu oranlarda saf su ile seyreltilerek peynirler koagüle edilmiştir. 75 Dakika sonra kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peynir kesme bıçakları yardımıyla yaklaşık 1 cm³'lük parçalar halinde kesildikten sonra yaklaşık 30 dk beklenmiş ve silindir şeklinde peynir kalıplarında baskılanmıştır. 3 Saatlik baskı işlemi sonrası % 14'lük % 0.02 (w/v) CaCl₂ eklenmiş ve pH 5.3'e 0.1 M laktik asit ile ayarlanmış salamura içerisinde 15-16°C'de 14 saat bekletilmiştir. Ardından peynir blokları plastik torbaların içerisinde aynı salamurada 75 gün olgunlaştırılmak üzere +4 °C'de

depolanmıştır. Örnekler depolamanın 1., 15., 30. ve 75. günlerinde analize alınmıştır. İlk aşamanın peynir üretimi dört tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1' de gösterilen üretim akışı benimsenmiştir.

3.2.2.2 Salmura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynire Etkisi

Yaklaşık 10 litre sabah sağımı taze inek sütü 63°C'de 30 dakika ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası süt 35°C'ye soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta, peynir sütüne %0.03 (w/v) starter kültür (R604) ve %0.02 (w/v) CaCl₂ ilave edilmiş ve homojen bir dağılım sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. Süt asitliğinin pH 6.2' ye gelmesi beklenmiştir. Peynire işlenecek süt iki eşit bölüme ayrılmıştır. Süt jelinin reolojisi analizi sonucunda seyreltme oranları 1:500 ve 1:100 (v/v) olarak bulunan deve ve buzağı kimozini bu oranlarda saf su ile seyreltilerek peynirler koagüle edilmiştir. 75 Dakika sonra kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peynir kesme bıçakları yardımıyla yaklaşık 1 cm³'lük parçalar halinde kesildikten sonra yaklaşık 30 dk beklenmiştir. Hem deve kimozini hem de buzağı kimozini ile koagüle edilen peynirler ayrı ayrı 3 adet silindir şeklinde peynir kalıplarına eşit miktarda teleme gelecek şekilde porsiyonlanmış ve baskılanmıştır. 3 Saatlik baskı işlemi sonrası her iki peynirde ayrı ayrı üç farklı tuz konsantrasyonuna sahip salmurada (% 9, %12 ve %14) ambalajlanmıştır. Peynirler %9, %12 ve %14'lük % 0.02 (w/v) CaCl₂ eklenmiş ve pH 5.3' e 0.1 M laktik asit ile ayarlanmış salmura içerisinde 15-16°C'de 14 saat bekletilmiştir. Ardından peynir blokları plastik torbaların içerisinde aynı salmurada 75 gün olgunlaştırılmak üzere 4°C' de depolanmıştır. Örnekler depolamanın 1., 15., 30. ve 75. günlerinde analize alınmıştır. İkinci aşamanın peynir üretimi üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.2' de gösterilen üretim akışı benimsenmiştir.



Şekil 3. 2. İkinci Aşamada Beyaz Peynir Üretim Akım Şeması.

3.2.3 Süt Analizleri

Süt bileşimi Milkscan süt analizatörü kullanılarak belirlenmiştir (FOSS, FT120, Danimarka).

3.2.4. Peynir Analizleri

Olgunlaşmanın 1., 15., 30. ve 75. günlerinde alınan peynir örnekleri için yürütülen analizlerden standart olan yöntemler sadece kaynaklar verilerek belirtilmiş ve daha spesifik olan analizler ise ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Peynirlerin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizleri depolamanın 1., 15., 30. ve 75. günlerinde aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Her bir analiz her peynir tekerrürü için üç paralel olacak şekilde çalışılmıştır.

3.2.4.1. Bileşim Analizleri

Olgunlaşmanın 1, 15, 30 ve 75. günlerinde alınan peynir numunelerine aşağıda belirtilen analizler uygulanmıştır.

3.2.4.1.1. Kurumadde analizi

Beyaz peynir örneklerinde toplam nem miktarı gravimetrik olarak 103°C’de yapılmıştır (Ardö ve Polychroniadou, 1999).

3.2.4.1.2. pH analizi

Peynirde pH ölçümleri, PHM210 pH metre (Radiometer, Copenhagen, Denmark) kullanılarak doğrudan yapılmıştır. Beyaz peynirde elektrot, homojen hale getirilmiş peynir kitlesine direkt batırılmış ve sabit değere ulaştıktan sonra okuma yapılmıştır.

3.2.4.1.3. Yağ analizi

Van Gulik butirometresi kullanılarak Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Ardö ve Polychroniadou, 1999).

3.2.4.1.4. Tuz analizi

Peynirde ve salamurada tuz analizi potansiyometrik olarak Fox (1963)'a göre gerçekleştirilmiştir. Tuz tayininde, referans ve metal elektrot kullanılmıştır. Referans elektrot olarak kalomel elektrot (REF 401, Radiometer Analytical, Villeurbanne Cedex, France) ve metal elektrot olarak gümüş elektrot (M295 Ag Radiometer Analytical, Villeurbanne Cedex, France) kullanılmıştır. Ölçüm PHM240 pH/ION meter (Radiometer, Copenhagen, Denmark) ile gerçekleştirilmiştir (Ardö ve Polychroniadou, 1999).

3.2.4.1.5. Protein analizi

Toplam azotlu maddeler tayini AOAC metoduna göre Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen % toplam azotlu madde değeri 6,38 faktörü ile çarpılarak % protein değeri hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.2.5. Peynirdeki Azotlu Madde Fraksiyonlarının Ayrılması ve Proteoliz

Peynirler pH 4.6'da ekstraksiyon metoduna göre (Kuchroo ve Fox, 1981) fraksiyonlarına ayrılmıştır. pH 4.6'da çözünen ve çözünmeyen fraksiyonların analizleri aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır.

3.2.5.1. pH 4.6'da Çözünen Fraksiyon İçin Yapılan Analizler:

a. pH 4.6'da Çözünen azot

Olgunlaşmanın 1, 15, 30 ve 75. günlerinde alınan peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen fraksiyonları makro Kjeldahl metodunda (IDF, 1993) belirtildiği şekilde yapılmıştır.

b. Toplam serbest amino asit tayini

Olgunlaşmanın 1, 15, 30 ve 75. günlerinde alınan peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen fraksiyonlarında serbest amino asit analizi yapılmıştır. Bu amaçla TNBS (trinitrobenzensülfonik asit) metodu kullanılmıştır (Ardö ve Polychroniadou, 1999). Hazırlanmış olan pH 4.6'da çözünen fraksiyondan 25 µL alınmış ve deiyonize su ile 1 mL'ye tamamlanmıştır. Bu karışımdan 0.5 mL alınmış, 0.5 mL borat tamponuyla (0.1 M, pH 9.5) ve 1 mL TNBS çözeltisiyle karıştırılmıştır. Karışım 37°C'de 60 dakika bekletilmiş ve reaksiyon 2 mL 0.1 M fosfat tamponu (1.5 mM Na₂SO₃ içeren) ile durdurulmuştur. 420 nm'de absorban ölçümü alınmıştır. Çalışmada standart olarak lösin kullanılmıştır. Bu amaçla 0,05-0,50 mM konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Sonuçlar mg Leu/g peynir olarak verilmiştir (Polychroniadou, 1988).

c. UPLC ile Peptid profilinin belirlenmesi

Olgunlaşmanın 30 ve 75. günlerinde alınan peynir örneklerinin dondurularak kurutulmuş pH 4.6'da çözünen fraksiyonları Mobil faz A içinde (10 mg/mL)

çözünmüş ve 0.22 µm por filtreden süzölmüştür (Millex, low protein binding durapore, syringe driven PVDF membrane; Millipore Ireland Ltd, Tullagreen, Carrigtwohill, Co Cork, Ireland). Filtrat oda sıcaklığında (21°C) RP-UPLC (Waters Acquity UPLC H-Class Core System) sistemi ve Acquity UPLC BEH C18 kolonu (1.7 µm, 2.1 × 50 mm) kullanılarak analiz edilmiştir. Mobil faz A olarak, % 0.1 TFA (Trifloroasetikasit, v/v [Sigma-Aldrich Ireland Ltd, Arklow, Co Wicklow, Ireland]) içeren deiyonize su ve Mobil faz B olarak, % 0,1 TFA (v/v) içeren (far UV grade asetonitril; Labscan Ltd, Dublin, Ireland) kullanılmıştır. Elusyon gradient olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için kullanılan gradient programı, 37 saniye %100 Mobil faz A, 6 dakika 23 saniye %50 Mobil faz B, 2 dakika 68 saniye %50 Mobil faz B, 46 saniye %95 Mobil faz B, 68 saniye %95 Mobil faz B, 45 saniye %100 Mobil faz B, 37 saniye %100 Mobil faz A şeklindedir. Örnekler 0.46 mL/min akış hızı ile sisteme verilmiştir. Ölçümler 214 nm’de Waters Acquity UPLC TUV dedektör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde Empower 3 yazılımı kullanılmıştır (McGrath, 2014).

3.2.5.2. pH 4.6’da Çözünmeyen fraksiyon için yapılacak analizler:

a. Proteolizin UREA-PAGE yöntemi ile incelenmesi

Olgunlaşmanın 1, 15, 30 ve 75. günlerinde alınan peynir örneklerinin dondurularak kurutulmuş pH 4.6’da çözünmeyen fraksiyonlarından 10 mg alınmış ve 1 mL elektroforez örnek hazırlama tamponunda çözöndürölmüştür. Hazırlanan bu numunelerden jellere 8 µL örnek yüklenmiştir. Fraksiyonların elektroforetik analizi, Protean II XI vertical slab-jel unitesi (Bio-Rad Laboratories LTD. Watford, UK) kullanılarak modifiye edilmiş Andrews (1983) yöntemine göre yapılmıştır (Shalabi ve Fox, 1987). Jel elektroforezi 280 ve 300 V’de gerçekleştirilerek ve elde edilen jeller Coomassie Brilliant Blue G-250 boyası ile boyanmış (Blakesley ve Boezi, 1977) ve dijital ortamda (HP ScanJet software, ScanJet G4010, Hewlett Packard, Palo Alto, CA) değerlendirilmiştir. Jellerin densitometrik değerlendirilmesinde TotalLab v11.4 programı (Image Master TotalLab Phoretix ID Pro software, Keel House, Newcastle upon Tyne, UK) kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. Kalıntı Koagülant Aktivitesi

Kalıntı koagülant aktivitesi Hurley vd. (1999)'da belirtildiği ve Bansal vd. (2009a)' da modifiye edildiği gibi hazırlanan olgunlaşmanın 15. günündeki peynir, salamura ve peyniraltı suyu örnekleri için analiz edilmiştir. Filtrat oda sıcaklığında (21°C) RP-UPLC cihazı ile (Waters Acquity UPLC H-Class Core System), Acquity UPLC BEH C18 kolonu (1.7 μm $\times$ 2.1 $\times$ 50 mm) kullanılarak analiz edilmiştir. Örnek 0.2 dk % 85 solvent A (ultra saf suda [Elga purelab option-Q, Veolia Water Solutions ve Technologies, Marlow, UK]) hazırlanmış %0.1 trifloroasetik asit [sequencing grade; Sigma-Aldrich İrlanda Ltd, Arklow, Co Wicklow, İrlanda]), 1,36 dk % 45 solvent B (asetonitril [HPLC far UV grade; Labscan Ltd, Dublin, İrlanda] de hazırlanmış %0.1 trikloroasetik asit) 0.11 dk %95 solvent B, 0.13 dk %95 solvent, 0.21 dk %85 solvent A ve 0.13 dk %85 solvent A ile cihaza verilir. 300 nm' de Waters Acquity UPLC TUV Dedektör kullanılarak analiz edilmiş ve Empower 3 yazılımı ile hesaplanmıştır.

3.2.7. Tekstür Analizi

Olgunlaşmanın 75. gününde Tekstür profil analizi için Akalın ve Karaman (2010)' da belirtilen yöntem kullanılmıştır. Beyaz peynirlerin sertliği belirlenmiştir. Örnekler bir gece önce 20 °C'de hava geçirmez bir kapta bekletilerek sabit 20 mm çapında silindir şeklinde kesilmiştir. Test hızı 1 mm/s; ilk test hızı 5 mm/s; son test hızı 1 mm/s; baskılama % 80 ; Hücre ağırlığı 25 kg'dır.

3.2.8. İstatistiksel Analizler

İlk aşamadaki Beyaz peynir üretiminde üç farklı koagülasyon pH'sı için 4'er tekerrür ve her analiz için 3'er paralel değerler çalışılmıştır. İkinci aşamadaki Beyaz peynir üretiminde iki farklı enzim ve üç farklı salamura tuz konsantrasyonu için 3'er tekerrür ve 3'er paralel değerler çalışılmıştır. Sonuçlar one-way ANOVA ile incelenmiş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Varyans analizi SPSS 21.0 paket programı ile (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) Tukey's çoklu karşılaştırma testi uygulanarak analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölüm iki alt başlığa ayrılmıştır. İlk kısımda deve kimoziini kullanılarak üretilen Beyaz peynirler üzerine koagülasyon pH'sının etkisinin incelenmesi sonucu 75 günlük olgunlaşma sürecinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikler açıklanmış, etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında deve kimoziini için en uygun koagülasyon pH'sı belirlenmiş ve ikinci kısımda peynir üretimi sırasında bu koagülasyon pH'sında deve ve buzağı kimoziini kullanılarak Beyaz peynir üretilmiştir. Üretilen bu peynirler farklı tuz konsantrasyonlarına sahip (%9, %12 ve %14) salamuralarda olgunlaştırılarak salamura tuz konsantrasyonunun bu enzimler kullanılarak üretilen peynirlerin 75 günlük olgunlaşma sürecinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikleri incelenmiş, etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm veriler bu konularda yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

Peynir analizlerinin yanı sıra üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim analizi, rennet koagülasyon süresi ve süt jelinin reolojisi, peyniraltı suyunda zamana bağlı olarak değişen kalıntı enzim aktivitesi, salamuraya geçen azotlu madde ve kalıntı enzim aktivitesi incelenmiş peynirlerin özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm veriler bu konularda yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi

Deve kimoziinin peynir üretiminde kullanım olanaklarının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda deve kimoziini kullanılarak üretilen Beyaz peynir için en uygun koagülasyon pH'sını belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Bu amaçla üç farklı koagülasyon pH'sında (pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2) peynir üretilerek elde edilen veriler ışığında en uygun koagülasyon pH'sı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Üretimde Kullanılan Çiğ Sütün Bileşim Özellikleri

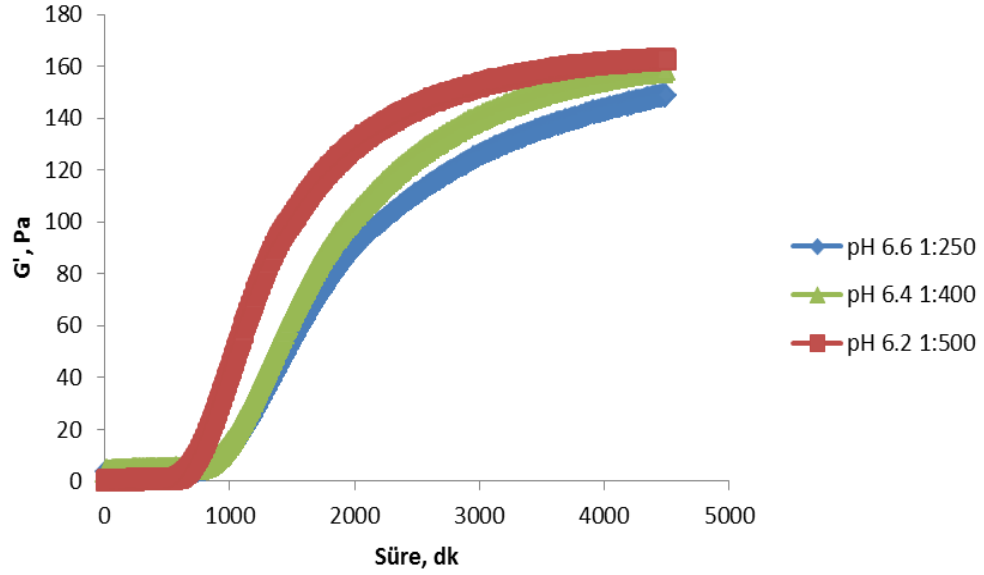
Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Tekerrürlü peynir üretimi farklı günlerde yapılmış fakat aynı çiftlikten süt temin edilmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim değerleri (n=4).

Süt	Yağ	Protein	Laktoz	Yağsız kuru madde	Toplam kuru madde
	4.98 ± 0.59	4.02 ± 0.45	4.33 ± 0.29	9.03 ± 0.16	14.21 ± 0.76

4.1.2. Rennet Koagülasyon Süresi ve Süt Jelinin Reolojisi

Eşit koagülasyon süresini sağlamak amacıyla asitliği pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2 olan sütler için sırasıyla 1:250, 1:400 ve 1:500 (v/v) oranlarında seyreltilen deve kimozi kullanılarak koagülasyon süresi sonunda eşit G’ değerine sahip olan süt jelleri elde edilmiştir. Şekil 4.1.’de gösterildiği gibi pH değeri düştükçe sütün pıhtılaşma süresi kısalmış ve daha az enzim kullanılarak eşit jel kuvveti elde edilmiştir. Fox ve McSweeney (1998) süt pH’sının 6.7’den 5.8’e düşmesiyle pıhtılaşma süresinin azaldığını ve bunun temel nedeninin pıhtılaşma süresine enzim konsantrasyonunun, sıcaklığın, pH’nın ve ortamda bulunan Ca^{2+} iyonları olduğunu belirtmişlerdir (Najera vd. 2003). Ayrıca pH’nın 6.6’dan 6.2’ye düşmesi ile pıhtı yaklaşık iki kat daha fazla su salımı eğilimi göstermiştir (Giroux vd. 2014).



Şekil 4.1. Koagülasyon pH'sının süt jelinin G' modülü üzerine etkisi. (%0.02 CaCl₂ içeren, 35 °C' de 75 dk koagüle edilen).

4.1.3. Peynirlerin Bileşim Özellikleri

Üretilen Beyaz peynirlerin bileşimi (ortalama $\pm$ standart sapma) Çizelge 4.2.'de belirtildiği gibidir. Beyaz peynire ait daha önceki çalışmaların bileşim analiz sonuçlarını içeren Çizelge 1.1'de belirtilen sonuç aralığı ile Çizelge 4.2'de bulunan sonuçlar uyum göstermektedir. Çizelgede görüldüğü üzere pH 6.2'de koagüle edilen peynirin olgunlaşmanın 75. gününde kuru maddede yağ oranı (FDM) ve serbest amino asit (FAA) miktarı diğer peynirlere göre daha yüksek ($P<0.05$), pH 4.6'da çözünen azot oranı (pH 4.6 SN/TN) ve salamura da toplam azot oranının daha düşük ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 1. ve 15. günlerinde peynirlerin pH'ları arasında anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) varken, tüm peynirlerde özellikle 75. günde olgunlaşmanın diğer günlerine göre pH'lar arasında ($P<0.05$) farklılık gözlemlenmiştir. Kuru maddedeki yağ oranı yalnızca olgunlaşmanın 75. gününde anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) göstermiştir. Nemdeki tuz oranı tüm peynirlerde olgunlaşma ile birlikte artış gösterirken, peynirlerin nemdeki tuz oranı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Olgunlaşmanın 30. ve 75. günleri ile birlikte peynirler arasında proteoliz seviyesi hakkında fikir sahibi olmamızı sağlayan pH 4.6'da çözünen azot oranında (pH 4.6 SN/TN) anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Farklı koagülasyon pH'sında deve kimosini kullanılarak pıhtılaştırılan Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri ve pH değerleri.

		Koagülasyon pH'sı			
	Olgunlaşma süresi (gün)	pH 6.6	pH 6.4	pH 6.2	
pH	1	4.78 ± 0.54A ^a	4.89 ± 0.11A ^b	4.79 ± 0.11A ^{ab}	
	15	4.81 ± 0.14AB ^a	4.89 ± 0.15AB ^b	4.81 ± 0.15AB ^a	
	30	4.97 ± 0.17B ^a	4.97 ± 0.12B ^a	4.92 ± 0.15B ^a	
	75	5.16 ± 0.12C ^a	5.13 ± 0.1C ^a	5.04 ± 0.13C ^a	
Nem	1	59.05 ± 2.84A ^a	57.19 ± 1.52A ^b	57.90 ± 1.22A ^{ab}	
	15	65.05 ± 1.19B ^a	64.97 ± 2.02B ^a	63.68 ± 0.99B ^b	
	30	65.45 ± 0.78B ^a	65.80 ± 1.73B ^a	63.74 ± 1.00B ^b	
	75	65.06 ± 0.9B	63.94 ± 1.22B	63.65 ± 1.23B	
Kuru maddede yağ (% FDM)	1	50.51 ± 2.59	50.39 ± 2.59	49.02 ± 1.43	
	15	46.02 ± 0.98	45.80 ± 2.01	44.51 ± 2.71	
	30	45.72 ± 4.16	45.98 ± 1.94	46.60 ± 2.76	
	75	45.22 ± 2.67 ^a	47.00 ± 2.35 ^{ab}	47.66 ± 2.58 ^b	
Nemdeki tuz (% S/M)	1	5.96 ± 0.35A	6.57 ± 1.83A	6.65 ± 0.54A	
	15	9.64 ± 0.88B	9.53 ± 0.70B	9.81 ± 1.12B	
	30	9.88 ± 1.05B	9.67 ± 0.68B	9.89 ± 0.99B	
	75	11.26 ± 0.68C	11.20 ± 0.71C	11.29 ± 0.83C	
Toplam Protein (% TP)	1	13.70 ± 1.34A	14.30 ± 0.54A	13.98 ± 0.52A	
	15	9.99 ± 0.47B ^a	10.93 ± 1.43B ^{ab}	11.49 ± 87B ^b	
	30	10.19 ± 0.44B ^a	10.15 ± 0.52B ^a	11.20 ± 0.36B ^b	
	75	10.13 ± 0.62B ^a	10.71 ± 0.66B ^a	11.53 ± 0.45B ^b	

Koagülasyon pH'sı				
	Olgunlaşma süresi (gün)	pH 6.6	pH 6.4	pH 6.2
pH 4.6 /TN	1	6,59 ± 0.98	6,1 ± 0.16	6,18 ± 0.3
	15	6,8 ± 0.95	6,77 ± 1,61	6,45 ± 1.58
	30	6,3 ± 0,83 ^a	5,96 ± 0,49 ^{ab}	6,58 ± 1,16 ^b
	75	6,55 ± 0,51 ^{ab}	6,80 ± 0,03 ^a	6,17 ± 1,08 ^b
Serbest	1	0.60 ± 0.50	0.70 ± 0.27	0.92 ± 0.11
amino asit	15	0.75 ± 0.21	0.78 ± 0.32	0.73 ± 0.15
(FAA)	30	0.65 ± 0.35	0.77 ± 0.08	0.88 ± 0.17
	75	1.05 ± 0.82 ^a	0.97 ± 0.62 ^{ab}	1.25 ± 0.24 ^b
Salamurada	15	0.04 ± 0.03A	0.03 ± 0.03A	0.03 ± 0.03A
toplam azot	30	0.03 ± 0.00A ^a	0.05 ± 0.06A ^b	0.04 ± 0.05A ^b
(%TN)	75	0.23 ± 0.1B ^a	0.23 ± 0.08B ^a	0.21 ± 0.11B ^b

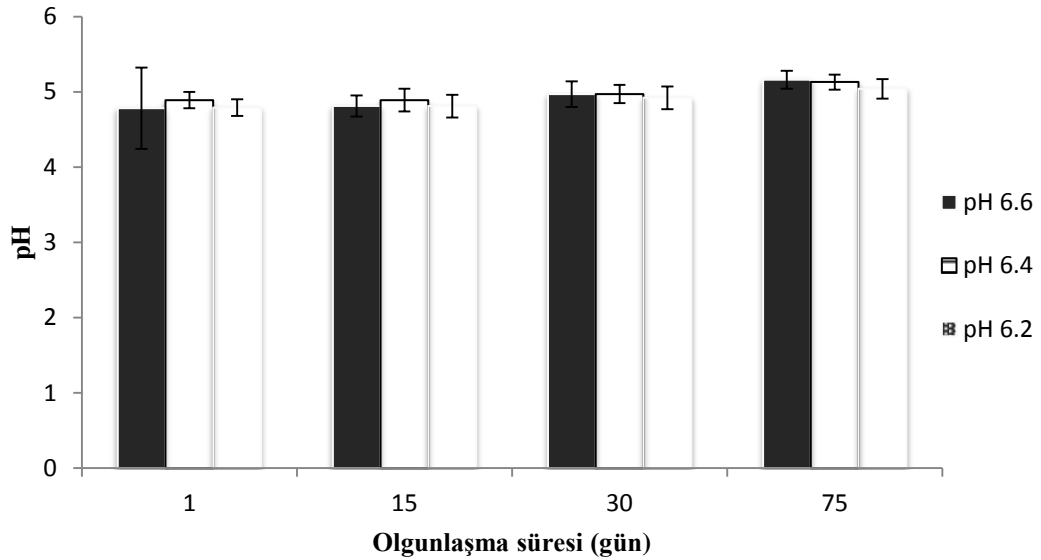
Çizelge 4.2'nin devamıdır.

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P<0.05$).
A,B,C,D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.1.3.1. pH

Olgunlaşmanın 1. ve 15. günlerinde peynirlerin pH'ları arasında anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) varken, olgunlaşmaya bağlı olarak pH'lar arasında özellikle 75. günde ($P<0.05$) diğer olgunlaşma dönemlerinden farklılık göstermiştir. Olgunlaşma süresince tüm peynirlerde pH artış göstermiştir. Peynir pH'sı olgunlaşmanın ilk aşamalarında laktik asit bakterilerinin (starter veya starter olmayan bakterilerin) varlığında gelişir. Fakat peynirde nem oranındaki tuz seviyesinin artması *Lactococcus* starter kültürlerinin gelişimini engeller (Guinee ve Fox, 1987), bu yüzden peynirin pH değişimini sınırlar. Bu çalışmada üretilen Beyaz peynirler %14 tuz konsantrasyonuna sahip salamura olgunlaştırıldığı için yüksek tuz

konsantrasyonu starter kültürün gelişimini engelleyerek asit gelişimi durdurmuştur. Benzer sonuçlara Kavas vd. (2004) yapmış olduğu çalışmada rastlanmıştır ve tam yağlı Beyaz salamura peynirlerde olgunlaşmanın 1. ve 60. günleri arasında pH 5.18'den 5.30'a yükselmiştir. Diğer taraftan bu artış Guven ve Karaca (2001)'nin Beyaz peynirin salamurasında farklı tuz ($MgCl$, $CaCl_2$ ve $NaCl$) kullanımının etkisini, Dağdemir vd. (2004)'nin Beyaz peynir üzerine starter kültür ve süt çeşidinin etkisini, Cinbaş ve Kılıç (2005)'in Beyaz peynir üretimine dair farklı üretim teknolojilerinin etkisini, Hayaloğlu, (2003)'nün starter kültür olarak farklı *Lc. lactis* suşlarının kullanımının Beyaz peynir üzerine etkisini konu alan çalışmalardan elde edilen veriler ile uyumlu olmadığını göstermektedir. Bu yazarlar olgunlaşma ile peynirin asitliğinin pH 4.7'nin altına indiğini belirtmişlerdir.

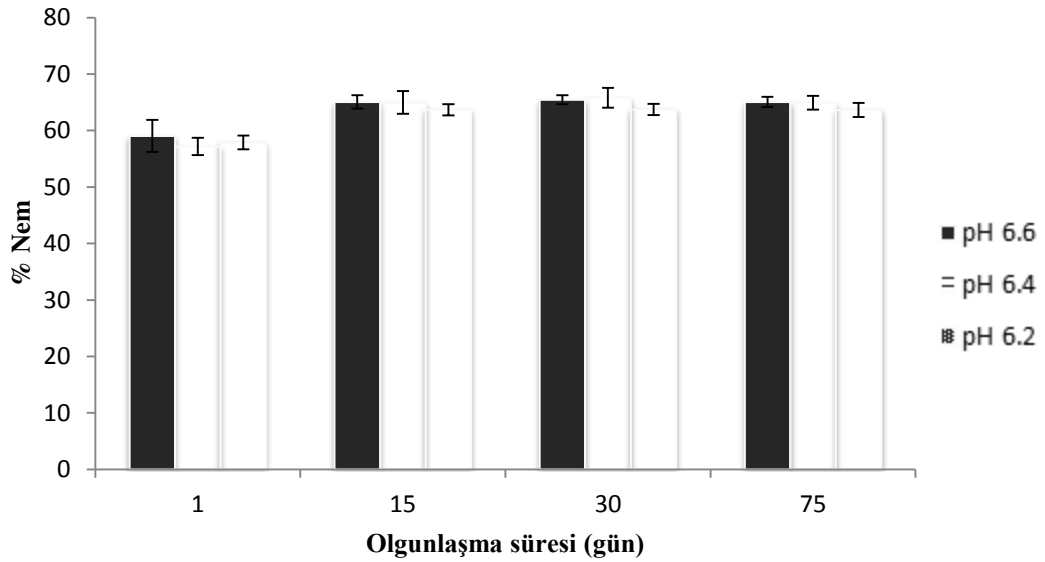


Şekil 4.2. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin pH'sına etkisi.

4.1.3.2. Nem

Beyaz peynirin nem içeriğine koagülasyon pH'sının etkisi Şekil 4.3.'de gösterildiği gibidir. TKG (2015)'e göre olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerin nem içeriği en çok %60 olmalıdır. Üretilen tüm peynirlerde olgunlaşma ile birlikte nem içeriğinin artarak %60'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Nem içeriğinin yüksek oluşuna peynir üretimi sırasında baskı işleminin yeterince sağlanamaması neden olmuştur.

Olgunlaşmanın 1, 15 ve 30. günlerinde pH 6.6 ve pH 6.4 'de koagüle edilen peynirlerin nem içeriğinde önemli bir farklılık yokken, pH 6.2'de koagüle edilen peynirin nem içeriği diğerleriyle önemli derecede farklılık ($P<0.05$) göstermekle birlikte daha düşük nem içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. pH 6.6'da koagüle edilen peynirin içerdiği nem oranı Çizelge 1.1.'de belirtilen diğer araştırmacıların (Çakmakçı ve Kurt, 1993; Kurt ve Özdemir, 1995; Saldamlı ve Kaytanlı, 1998; Uraz ve Şimşek, 1998; Gürsoy vd. 2001; Kavas vd. 2004; Hayaloğlu, 2005; Kayagil ve Candan, 2009; Kırmacı vd. 2011) elde ettiği sonuçlardan daha yüksektir. Diğer taraftan pH 6.4 ve pH 6.2'de koagüle edilen peynirlerin olgunlaşmanın ilk aşamalarında içerdiği nem oranı diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla (Çakmakçı ve Kurt, 1993; Uraz ve Şimşek, 1998; Kırmacı vd. 2011) uyum içerisindedir.

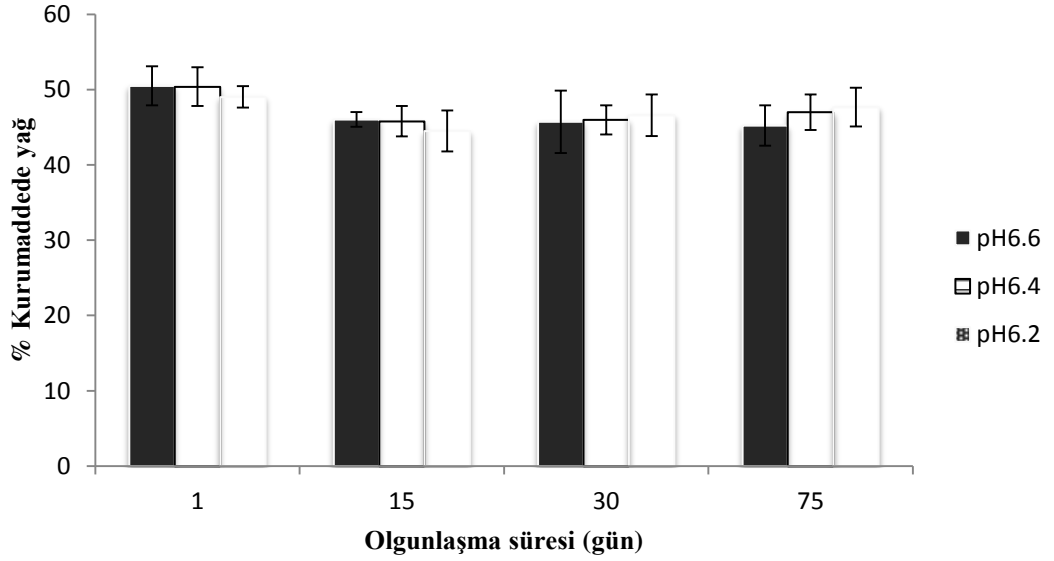


Şekil 4.3. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin nemine etkisi.

4.1.3.3. Kurumaddede Yağ

Beyaz peynirin kurumaddede yağ içeriğine koagülasyon pH'sının etkisi Şekil 4.4'de gösterildiği gibidir. TGK (2015)'in yayınlamış olduğu peynir tebliğine göre tam yağlı Beyaz peynir kurumaddede en az %45 süt yağı içermelidir. Bu çalışmada üretilen peynirler tam yağlı süt kullanılarak üretildiği için tüm peynirlerde kurumaddede yağ oranı %45'den daha yüksektir. Olgunlaşmanın ilk aşamalarında pH 6.6'da koagüle edilen peynirin içerdiği kurumaddedeki yağ oranı pH 6.4 ve pH

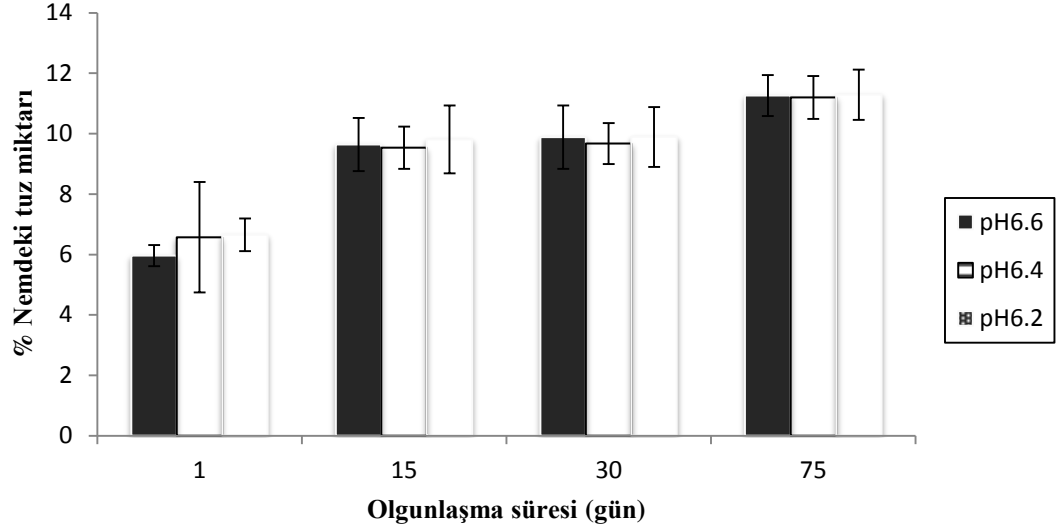
6.2’de koagüle edilen peynirin içerdiği yağ oranından daha fazlayken, olgunlaşma ilerledikçe bu durum tersine dönmüştür. Aynı zamanda pH 6.2’de koagüle edilen peynirin içerdiği yağ oranı diğer peynirlere göre en yüksek seviyededir, fakat yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, kuru maddede yağ değerleri üzerine üretim farklılığının önemli bir etkisinin olmadığı, ancak olgunlaşma süresinin sonunda etkisinin önemli olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH’sının kurumaddede yağ oranına etkisi.

4.1.3.4. Nemdeki Tuz Miktarı

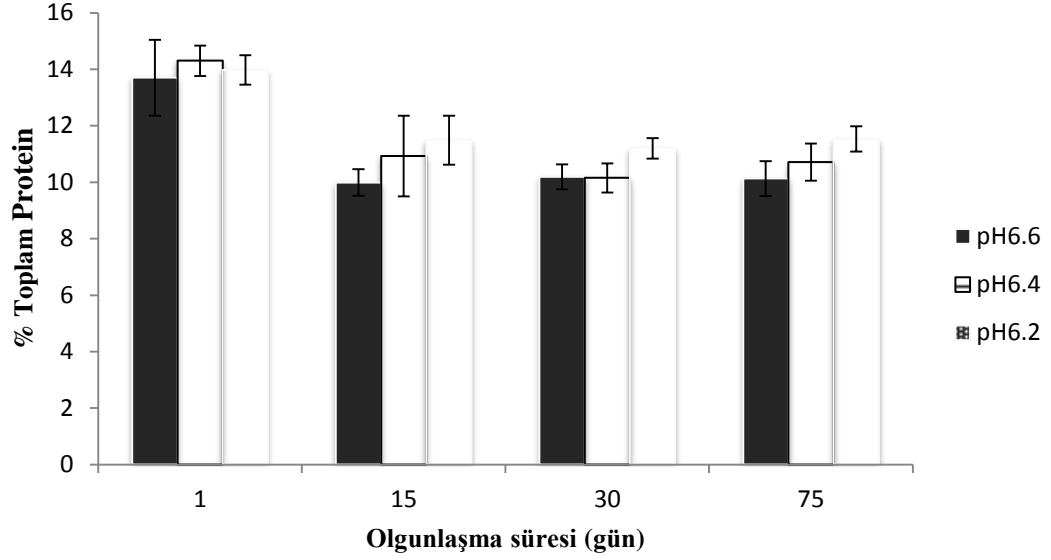
Beyaz peynirde nemdeki tuz miktarına(S/M) koagülasyon pH’sının etkisi Şekil 4.5’de gösterildiği gibidir. Peynirlerin S/M içeriği olgunlaşmanın ilk gününde %5.96 - %6.65 aralığında değişim gösterirken, olgunlaşmanın son gününde bu oran artarak %11.20 - %11.29 aralığına gelmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, nemin içerdiği tuz miktarı üzerine koagülasyon pH’sının etkisinin olmadığı, ancak olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının nemdeki tuz oranına etkisi.

4.1.3.5. Protein

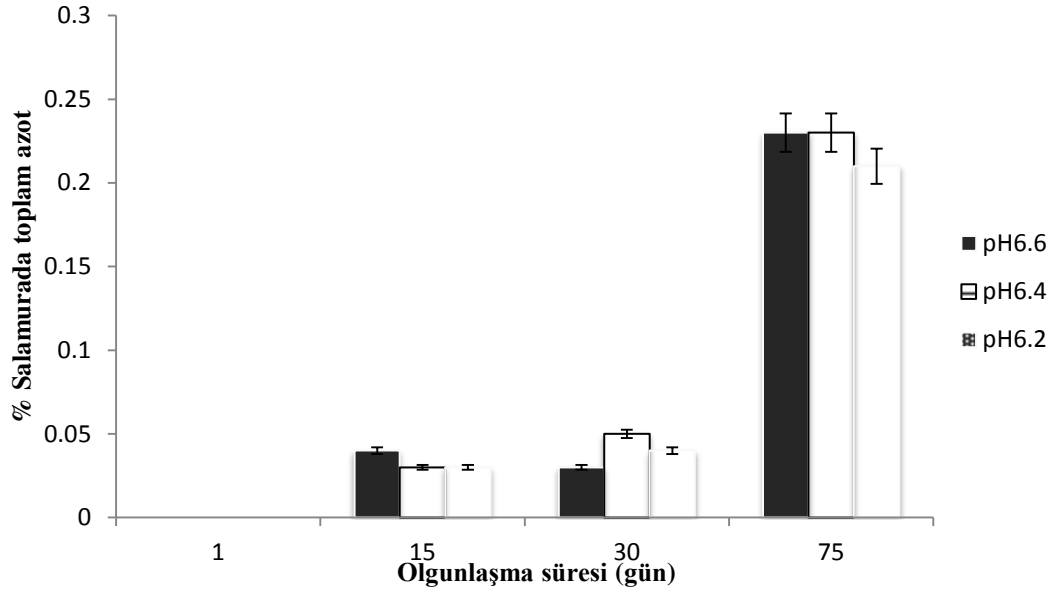
Beyaz peynirde koagülasyon pH'sının peynirin toplam protein içeriğine etkisi Şekil 4.6'da gösterildiği gibidir. Olgunlaşmanın ilk gününde peynirler arasındaki toplam protein içeriğinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmazken, olgunlaşmanın 15., 30. ve 75. Günlerinde pH 6.2'de koagüle edilen peynir ile diğer peynirler arasındaki toplam protein içeriğinde önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$). Analiz sonuçlarına göre pH 6.2'de koagüle edilen peynirin içerdiği protein oranı diğer peynirlerden daha yüksek olduğu ifade edilebilir, fakat olgunlaşma süresince protein seviyesinde düşüş meydana gelmiştir. Benzer şekilde olgunlaşma süresince protein seviyesinin çalışmalarda, protein seviyesinde [Çakmakçı ve Kurt (1993) %14.67'den %12.76'ya; Saldamlı ve Kaytanlı, (1998) %16.59'dan %13.58'e] azalış meydana geldiği belirtilmiştir. Bu durumun, nem içeriğinin artmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Beyaz peynir salamurada olgunlaştırılan bir peynir olduğu için olgunlaşma sırasında salamuradan difüzyon ile tuz peynir kitlesine geçerken, protein ve protein yapısında olan amino asitler ve azotlu bileşiklerin de salamuraya geçme ihtimali vardır. Bu hipotezin kanıtlanması amacıyla salamurada azotlu madde analizi yapılmıştır.



Şekil 4.6. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının toplam protein oranına etkisi.

4.1.3.6. Salamuranın İçerdiği Azotlu Madde Oranı

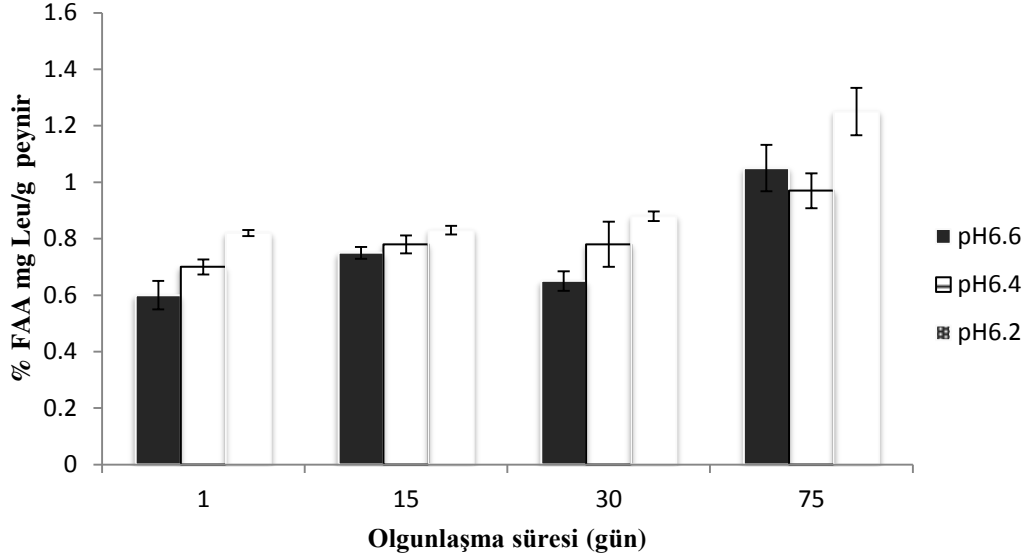
Beyaz peynirde koagülasyon pH'sının salamuranın içerdiği azotlu maddeye etkisi Şekil 4.7'da gösterildiği gibidir. Beyaz peynir salamurada olgunlaştırılan bir peynirdir. Bu süre boyunca salamuradan difüzyon ile peynir kitlesine tuz veya su geçerken protein ve protein yapısına katılan amino asitler ve azotlu bileşiklerin de salamuraya geçme ihtimali vardır. Bu nedenle salamurada azotlu madde analizi yapılmıştır. Olgunlaşmanın 1. gününde salamurada azotlu madde içeriği bulunmazken olgunlaşma boyunca artarak %0.21 - %0.23 oranlarına gelmiştir. Olgunlaşmanın 30. gününde pH 6.4 ve pH 6.2'de koagüle edilen peynirlerin salamuralarının içerdiği azotlu madde oranı arasında önemli bir farklılık bulunmazken bu salamuralar ile pH 6.6'da koagüle edilen peynirin salamurası arasındaki azotlu madde içeriği önemli düzeyde daha düşük olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Olgunlaşmanın 75. gününde miktarı pH 6.2'de koagüle edilen peynirin salamurasındaki azotlu madde diğer peynirlerin salamurasından önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının salamura bulunan azotlu madde oranına etkisi.

4.1.3.7. Toplam Serbest Amino Asit

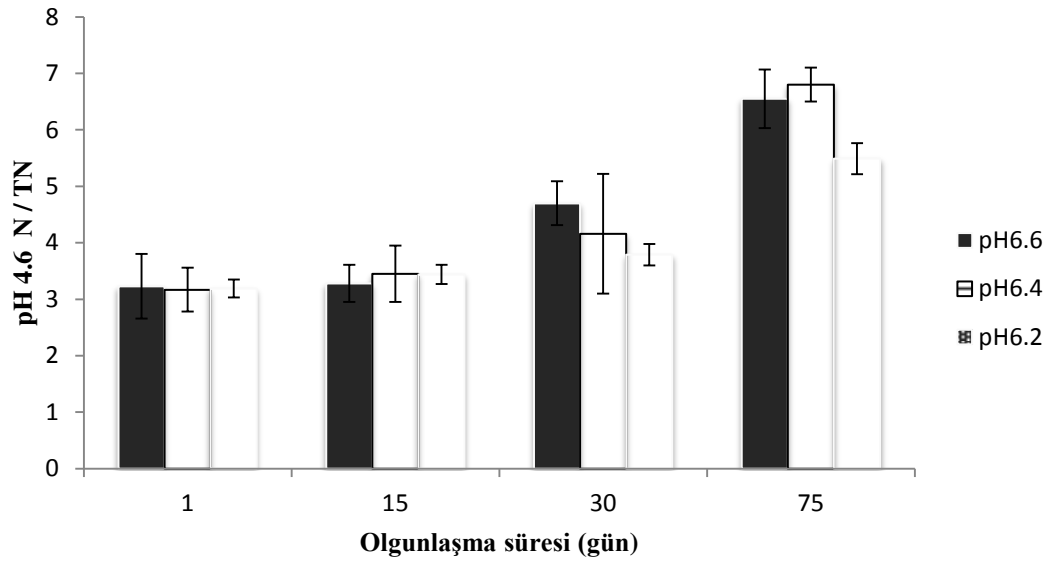
Peynir örneklerinin toplam serbest aminoasit (FAA) değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir. Toplam serbest amino asit değerleri tüm peynir çeşitlerinde oldukça düşük bulunmuştur. Benzer bir durum pH 4.6’da çözünen azot değerinde de saptanmıştır. Peynirde bulunan serbest amino asit starter veya starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından peptidlerin parçalanarak düşük molekül ağırlıklı peptidlere veya serbest amino asitlere dönüştürülmesiyle ortaya çıkar (McSweeney vd. 2006). Üretilen tüm peynirlerde pH değerinin yüksek olması daha önce tuz inhibisyonu sonucunda starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin yeterince gelişmemesi olarak açıklanmıştı. Aynı hipotez serbest amino asitin düşük değerlerde bulunma nedenini açıklamakta yardımcı olmaktadır. Peynirlerde bulunan serbest amino asitler aminlere indirgenmiş de olabileceği düşünülmektedir. Serbest amino asit miktarı en yüksek oranda pH 6.2’de koagüle edilen peynirde bulunmuştur. Olgunlaşmanın 75. gününde peynirler arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık bulunmaktadır ($P<0.05$). Olgunlaşmanın sonunda tüm peynirlerde toplam serbest aminoasit içeriği artmıştır. Serbest amino asit içeriğinde olgunlaşma ile birlikte meydana gelen artış, Kırmacı vd. (2011) yapmış olduğu çalışmada belirttiği sonuçlar [Beyaz peynirin içerdiği serbest amino asit oranı olgunlaşma ile birlikte 1.5’den 2.5’e arttığı] ile uyum göstermektedir.



Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirde serbest amino asit oranı üzerine etkisi.

4.1.3.8. pH 4.6'da Çözünen Azot Bazında Olgunluk İndeksi

Olgunlaşma süreci boyunca süt proteinleri proteolizle peynirde tekstür ve aroma gelişimine katkı sağlayan amino asitler ve çeşitli molekül ağırlığına sahip peptid fraksiyonları olan ve pH 4.6 SN/TN ile ölçülen yapılara dönüşür (Fox, 1989). Peynirin proteoliz seviyesi hakkında fikir sahibi olmayı sağlayan peynirlere ait pH 4.6'da çözünen azot oranı (pH 4.6 SN/TN), Şekil 4.9'da verilmiştir. pH 6.2'de koagüle edilen peynirde pH 4.6/TN seviyesi diğer peynirlerden daha düşük oranda bulunmuştur. Bu durum pH 6.2'de koagüle edilen peynir için daha az enzim kullanılması ile açıklanabilir. Elde edilen bu veri sonucunda pH 6.2'de koagüle edilen peynirde kazein parçalanmasının daha az gerçekleştiğini ve primer proteoliz seviyesinin daha düşük olduğunu söylemek mümkündür. Olgunlaşmanın 30. ve 75. gününde peynirler arasında önemli bir farklılık ($P<0.05$) gözlemlenirken 1. ve 15. günlerde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır.

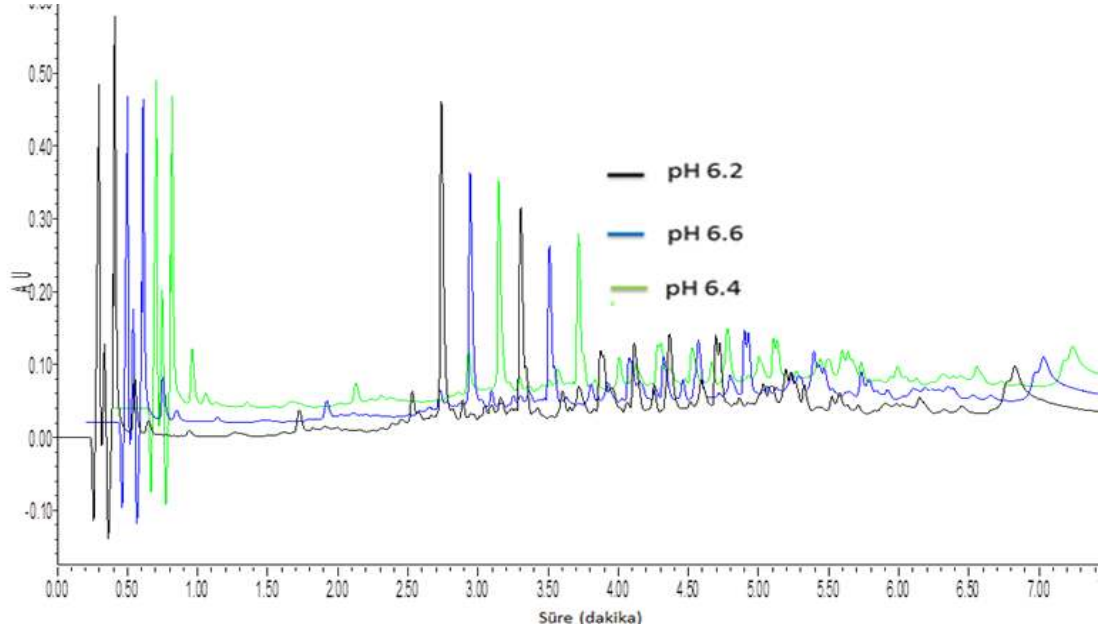


Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince koagülasyon pH'sının peynirin olgunluk indeksine etkisi.

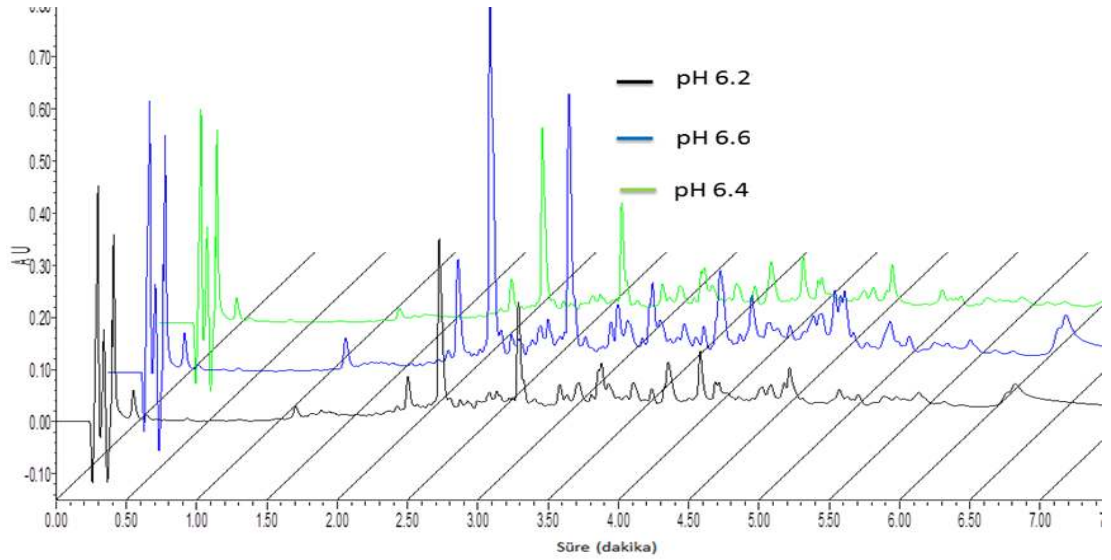
4.1.4. Ters-Faz Ultra Performans Sıvı Kromatografisi (RP-UPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri

Peynir örneklerinin olgunlaşmanın 30. ve 75. günündeki peptid profilleri sırasıyla Şekil 4.10 ve 4.11'de verilmiştir. Peynirde proteolizin göstergelerinden olan peptid profilinin olgunlaşmanın 30. gününde pH 6.2'de koagüle edilen peynirin yalnızca 2,8. dakika ve 3,4. dakikada alıkonulan peptide ait pik seviyesinin diğer peynirlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer alıkonma sürelerinde ise peynirlerin pik seviyelerinde farklılık gözlemlenmemektedir. Bu durum olgunlaşmanın 30. gününde pH 6.2'de koagüle edilen peynirin içerdiği serbest amino asit miktarının daha yüksek oranda olmasıyla uyum içindedir. Kazeinin rennet ile hidrolizi proteolizin ilk basamağını oluşturur. Büyük peptidlerin hidrolize olarak mikrobiyal proteinazlar tarafından önce küçük peptidlere daha sonra da amino asitlere parçalanmasıyla proteoliz devam eder (Sousa vd. 2001).

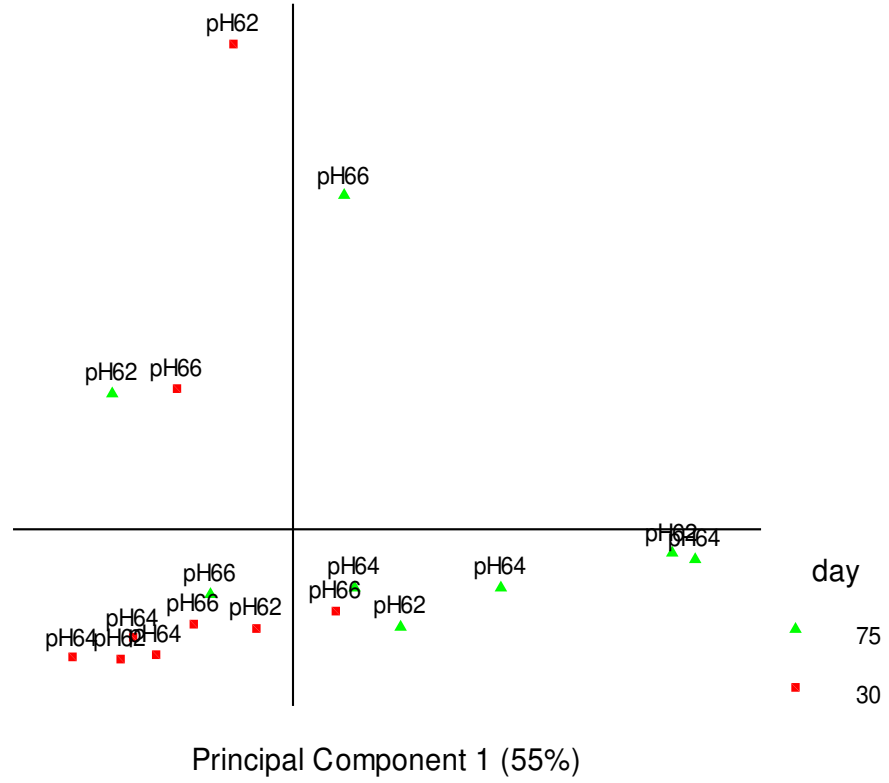
Olgunlaşmanın 75. gününde ise peynirlerin pik seviyelerinde belirgin farklılıklar görülmektedir. Özellikle pH 6.6'da koagüle edilen peynirin 1., 1,75., 2., 2,5. 2,9., 3,1., 3,6., 4,3., 5,8. ve 6,1. dakikalarda alıkonulan peptidlere ait pik seviyelerinin diğer peynirlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. pH 6.2 ve pH 6.4'de koagüle edilen peynirlerin pik seviyelerinde farklılık gözlenmemiştir.



Şekil 4.10. Olgunlaşmanın 30. gününde koagülasyon pH'sının peynirlere ait RP-UPLC peptid profiline etkisi.



Şekil 4.11. Olgunlaşmanın 75. gününde koagülasyon pH'sının peptid profiline etkisi.

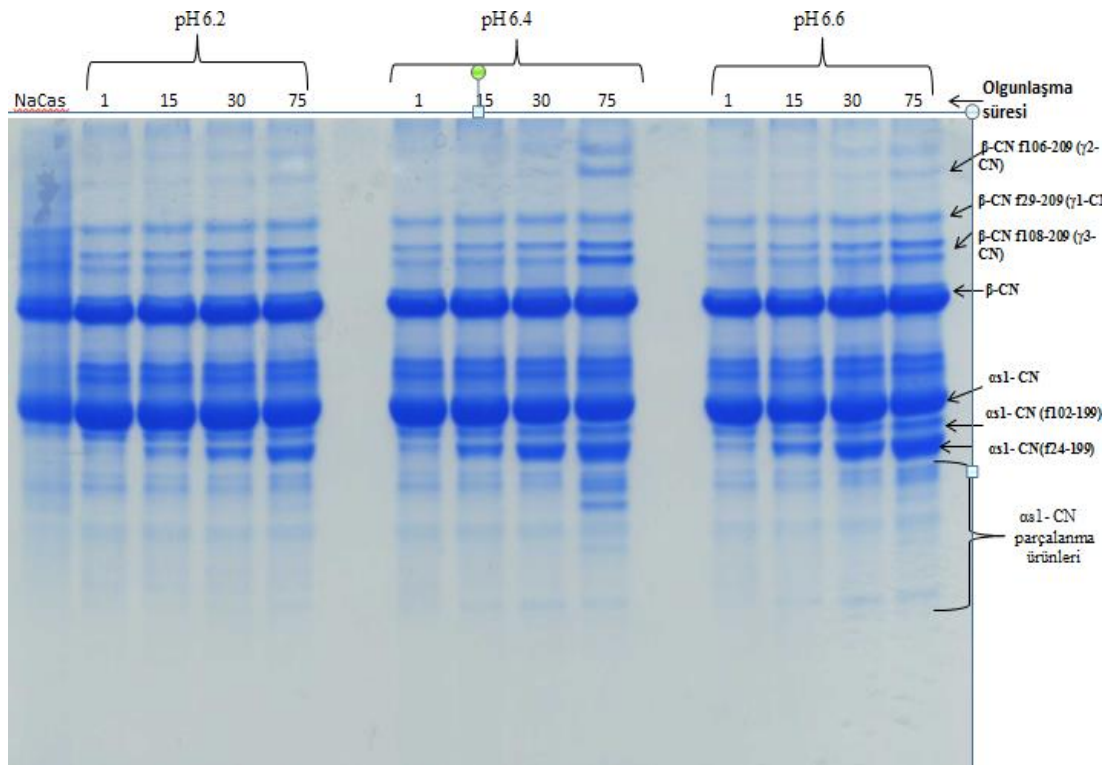


Şekil 4.12. Olgunlaşmanın 30. ve 75. gününde koagülasyon pH'sının Beyaz peynire etkisinin ana bileşen analizi.

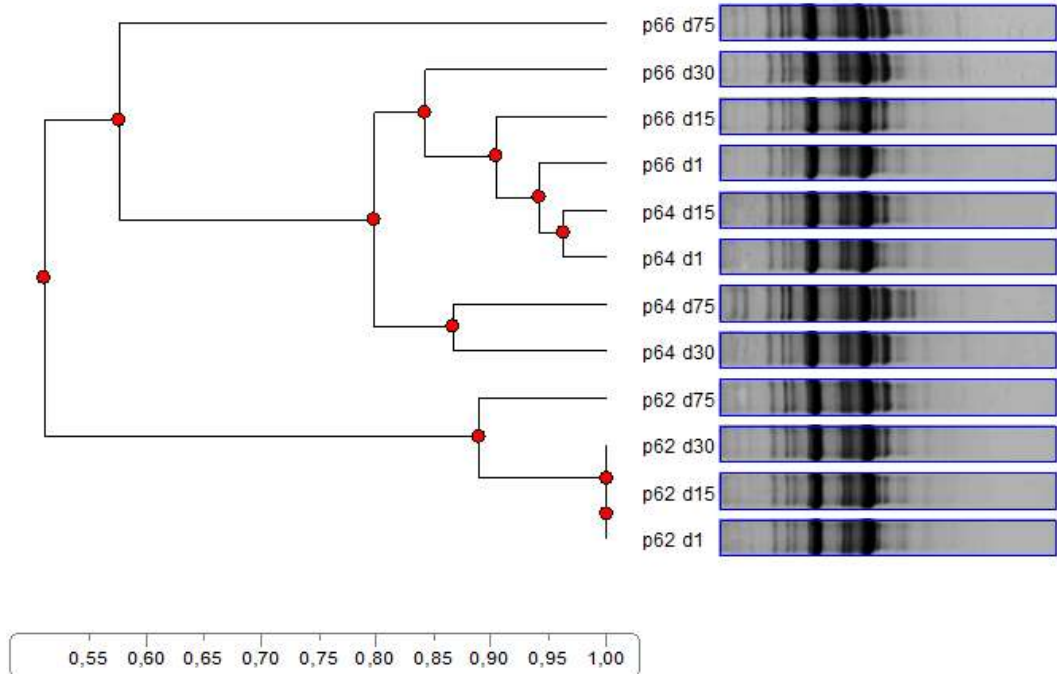
RP-UPLC kromatogramındaki piklerin yüksekliğinden elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan Temel Bileşen Analizi (PCA) Şekil 4.12'de gösterilmiştir. PCA analizinde RP-UPLC kromatogramında 1-7 dk alıkonma zamanı arasındaki piklerin yüksekliği veri olarak kullanılmıştır. PC1 (Temel Bileşen 1) ve PC2 (Temel Bileşen 2) sırasıyla %55 ve %26 olarak hesaplanmıştır. Peynirlerin olgunlaşmaları PC1, peynirlerin koagülasyon pH'ları PC2 olarak tanımlanmıştır. Olgunlaşmanın 75. gününde pH 6.6'da koagüle edilen peynir PC2'nin negatif kısımda konumlanırken, pH 6.2'de koagüle edilen peynir PC2'nin pozitif kısımda konumlanmıştır. Bu durum, koagülasyon pH'sının peynir proteolizine olgunlaşmanın ileri aşamalarında daha fazla etki ettiğini göstermektedir. PCA analiz ile peynirler olgunluk durumuna göre de dağılım göstermiştir. Olgunlaşmanın 30. gününde PC1'in sol tarafında ve PC2'nin altında (pH 6.6 ve pH 6.2 hariç), olgun peynirler ise PC1'in sağ tarafında (pH 6.2 hariç) ve PC2'nin üst tarafında (pH 6.6 hariç) konumlanmışlardır (Şekil 4.12). Bu farklılıkların koagülasyon pH'sına bağlı olarak kullanılan koagülant miktarının farklılık göstermesi sonucu olabilir.

4.1.5. Proteolizin Urea-PAGE Yöntemiyle Belirlenmesi

Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünmeyen fraksiyonlarında üre-PAGE yöntemiyle peynirlerin proteoliz seviyesi belirlenmiştir. Farklı koagülasyon pH'larında üretilmiş peynir örneklerinde olgunlaşma süresince gelişen proteolize ait elektroforetogram Şekil 4.13'de verilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin β -kazein ve α_{s1} -kazein fraksiyonlarında farklılık görülmemektedir. Ancak olgunlaşmanın sonunda pH 6.4'de koagüle edilen peynirin gösterdiği parçalanma derecesi diğer peynirlerden fazladır. α_{s1} -Kazein bir dereceye kadar peynirin yumuşamasından sorumluyken, β -kazein acılaşmadan sorumludur. Bu nedenle jel elektroforezi peynirin proteolizini belirten önemli bir analizdir. Olgunlaşmanın son gününde bütün peynirlerde α_{s1} -kazein parçalanma ürünleri daha belirgin görülmektedir. Yine de daha önce yapılmış çalışmalarla karşılaştırıldığında α_{s1} -kazein ve β -kazein degradasyon seviyesinin yani proteoliz düzeyinin daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirlerin üre-PAGE elektroforezinin olgunlaşma süresince belirtilmesi



Şekil 4.14. pH 6.2, pH 6.4 ve pH 6.6’da koagüle edilen peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramlarının dendrogramı.

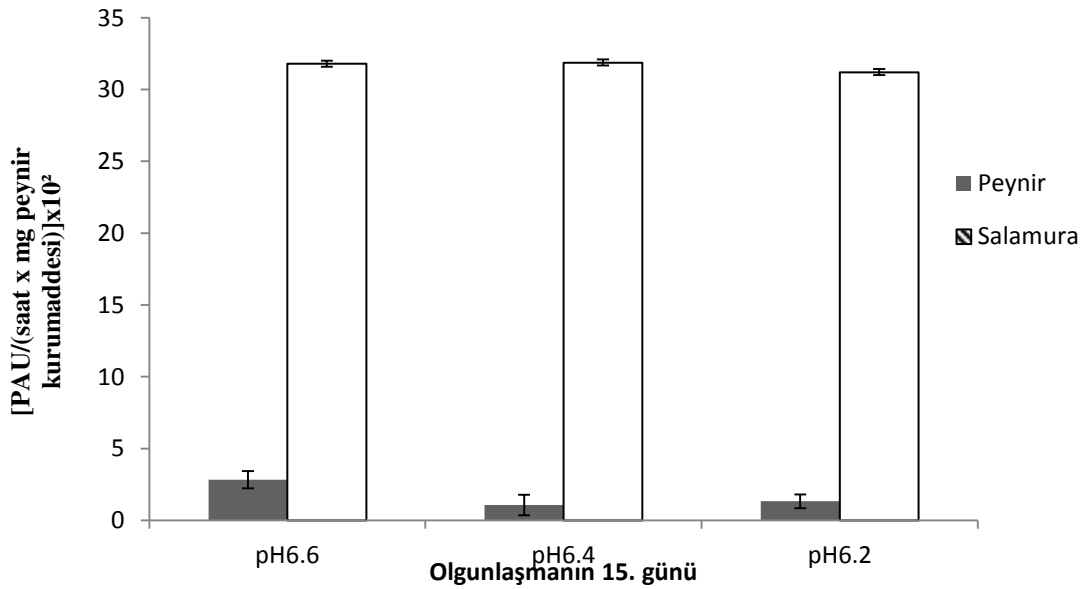
Şekil 4.14’de görüldüğü üzere peynirler olgunlaşma durumuna ve koagülasyon pH’sına göre gruplanmıştır. Dendrogramda 3 farklı küme oluşmuştur. Küme 1, pH 6.2’de koagüle edilen peynirin olgunlaşma süresince meydana gelen gruplamadır. Diğer taraftan olgunlaşmanın 75. gününde pH 6.6’da koagüle edilen peynir ayrı olarak gruplanırken, 1-75 günlük olgunlaşma süresince pH 6.4’de koagüle edilen peynir ve 1-30 günlük olgunlaşma süresince pH 6.6’da koagüle edilen peynir benzer olarak tespit edilmiş ve gruplanmıştır. Belirgin bir şekilde koagülasyon pH’sına ve olgunlaşma sürecine göre bir alt küme oluşumu meydana gelmiştir. Olgunlaşma süresinin ve koagülasyon pH’sının, β -kazein ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmaları üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir.

4.1.6. Peynir, Salamura ve Peyniraltı Suyunda Kalıntı Enzim Aktivitesi

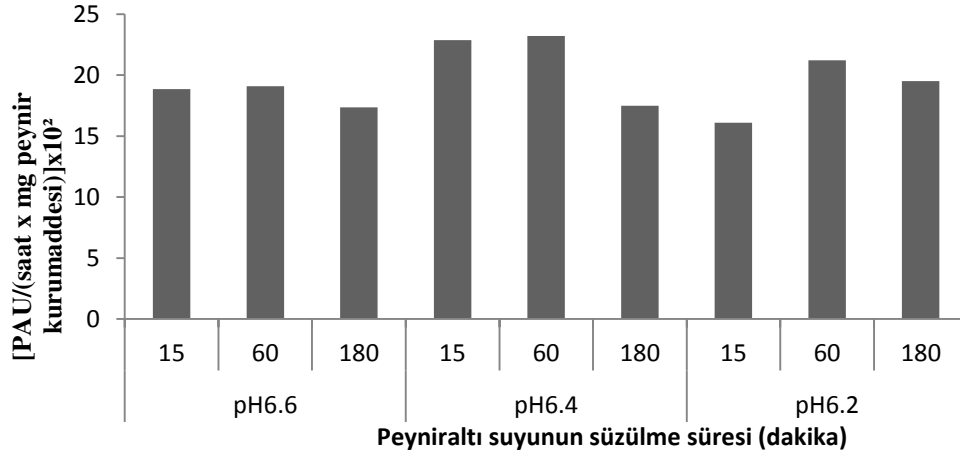
UPLC kromatogramında substrat (Pro-Thr-Glu-Phe-(NO₂-Phe)-Arg-Leu) piki 1.72. dakikada ve Phe-Phe bağının kopması sonucu elde edilen ilk ürünün [(NO₂-Phe)-Arg-Leu] piki 1.48. dakikada elüe edilmiştir. Kalıntı enzim aktivitesi 1 saatte 37°C ve pH 3.2’de substrattan (Pro-Thr-Glu-Phe- [NO₂-Phe]-Arg-Leu) üretilen peptidin 1 nmol’ünün ortaya çıkması için gerekli olan enzim aktivitesinin 1 ünitesi

olarak ifade edilmiştir ve 1 gram peynir kurumaddesindeki kalıntı enzimin PAU/(saat×mg peynir kurumaddesi) pik alanı ünitesi olarak birimlendirilmiştir.

Üretilen peynirler ve salamurada kalıntı enzim miktarı Şekil 4.15’de gösterilmiştir. Kalıntı enzim koagülasyon pH’sına karşı istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuç Bansal vd. (2009b) tarafından da koagülasyon pH’sının pH 6.7’den pH 6.1’e değişmesiyle pıhtıda kalan kalıntı enzimde önemli bir değişme gerçekleşmediği şeklinde rapor edilmiştir. Fakat pH 6.2’de koagüle edilen peynirin hem pıhtıda kalan hem de salamuraya geçen kalıntı enzim miktarı düşük bulunmuştur. Børsting vd. (2014) deve kimosini ile yaptığı çalışmada pH 6.65 ile pH 6.0 arasında pıhtıda kalan kimosini oranında %20 fark olduğu yönünde rapor etmiştir. Ayrıca bu yazarlar pıhtıda kalan deve kimosinin pH’ya daha az bağımlı olduğunu ifade etmişlerdir. pH 6.2’de koagüle edilen peynirden süzülen ilk peyniraltı suyu diğer peynirlerden süzülen peyniraltı suyundan daha yüksek kalıntı enzim aktivitesi göstermiştir. Büyük bir kısmı peyniraltı suyuna geçen kalıntı enzim, peynirde proteoliz ve onun yapı ve aromaya katkı sağlayan etkilerinde çok önemli rol oynar (Børsting vd. 2014). Üretilen peynirlerin peyniraltı suyundaki kalıntı enzim aktivitesi Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



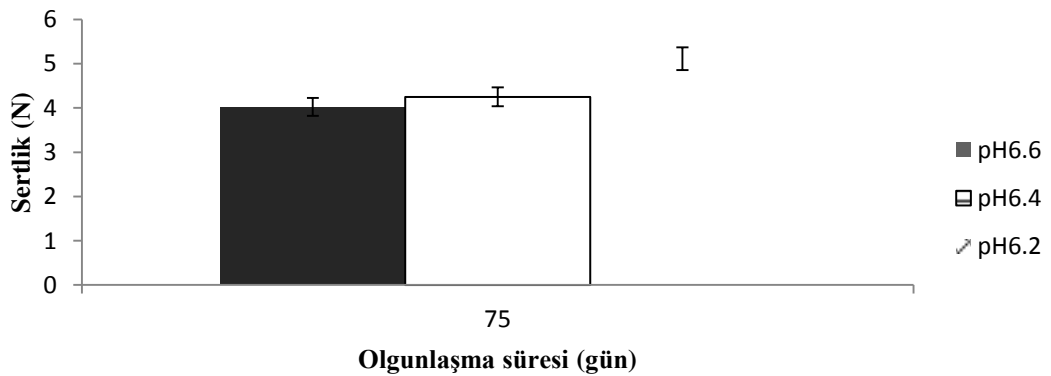
Şekil 4.15 Farklı koagülasyon pH’larında koagüle edilen peynir ve salamuraların heptapeptid ile 37°C’de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.



Şekil 4.16. Farklı koagülasyon pH'larında koagüle edilen peynirlerden 15, 60 ve 180 dakika sonra süzülen peyniraltı sularının heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.

4.1.7. Tekstür

pH 6.2'de koagüle edilen peynirin Şekil 4.17'da görüldüğü gibi sertlik değeri diğer peynirlerden daha fazladır. Bu durum pH 6.2'de koagüle edilen peynirin daha düşük nem içeriğine sahip olması, peynirin pH değeri ve proteoliz seviyesindeki (pH4.6 N/TN) düşüklük ile açıklanabilir. Peynirde yüksek nem içeriği protein matriksinin hidrolizine neden olarak yüksek proteolitik aktivite sonucunda peynir yapısının bozulmasına ve peynirin yumuşamasına neden olur (Akalin ve Karaman, 2010).



Şekil 4.17. Beyaz peynirin olgunlaşmanın 75. gününde ki sertlik değeri.

4.2. Salamura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynir Etkisi

Deve kimozininin peynir üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması için yapılan çalışmalarda deve kimozini ve buzağı kimozinine salamura tuz konsantrasyonunun etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla üç farklı salamura tuz konsantrasyonunda (%9, %12, %14) deve ve buzağı kimozini ile koagüle edilen peynirler 75 gün olgunlaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

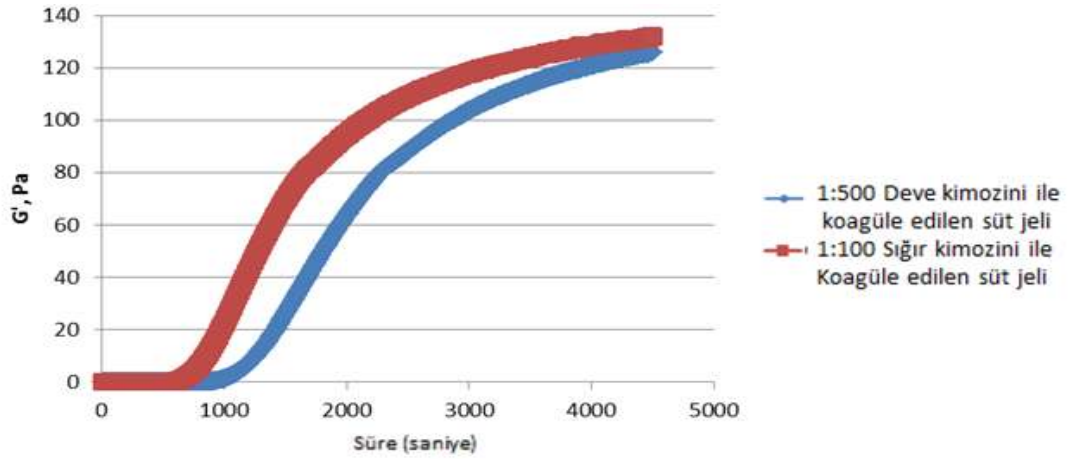
4.2.1. Üretimde Kullanılan Çiğ Sütün Bileşim Özellikleri

Çizelge 4.3. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim değerleri (n=3).

İnek sütü	Yağ	Protein	Laktoz	Yağsız Kurumadde	Toplam Kurumadde
	6.13 ± 1.24	3.82 ± 0.28	4.46 ± 0.35	8.98 ± 0.09	15.27 ± 1.20

4.2.2. Rennet Koagülasyon Süresi ve Süt Jelinin Reolojisi

Koagülant sıklığının etkilerini belirlemek için rennet koagülasyon süresi değerlerinin pH 6.2'de koagülant olarak deve ve buzağı kimozinleri kullanılarak ölçüldü. Deve kimozininin koagülasyon/proteoliz oranının sığır kimozininden 7 kat daha yüksek olduğu bilinmektedir (Kappeler et al., 2006). Bu nedenle eşit koagülasyon süresini sağlayacak şekilde deve ve buzağı kimozini sırasıyla 1:500 ve 1:100 (v/v) oranında seyreltilerek, pH 6.2'de koagüle edilen sütün 75 dakika süresince vizkoz modülü G' (storage modules) ölçülmüştür. Şekil 4.18'de gösterildiği gibi bu süre sonunda her iki enzimle yapılan süt jelinin vizkoz modülü G' eşit olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.18. Deve ve buzağı kimozininin süt jelinin G' modülü üzerine etkisi (%0.02 CaCl_2 içeren 35 °C' de 75 dk koagüle edilen).

4.2.3. Peynirlerin Bileşim Özellikleri

Deve ve buzağı kimoziniyle koagüle edilerek %9, %12 ve %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirlerin 1, 15 , 30 ve 75 günlük olgunlaşma süresi sonunda analiz sonuçlarına göre bileşim özellikleri Çizelge 4.3'de gösterildiği gibidir. Çizelge 4.3'de gösterildiği gibi deve ve buzağı kimozini kullanılarak farklı salamura konsantrasyonlarında (%9, %12 ve %14) depolanan peynirlerden elde edilen veriler, daha önce Beyaz peynir ile ilgili yapılmış ve Çizelge 2.1' de gösterilen çalışmalarda elde edilen veriler ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.4. Deve ve buzağı kimozini ile üretilen ve %9, %12, %14 salamura da olgunlaştırılan peynirlerin olgunlaşma süresince bileşim analiz sonuçları.

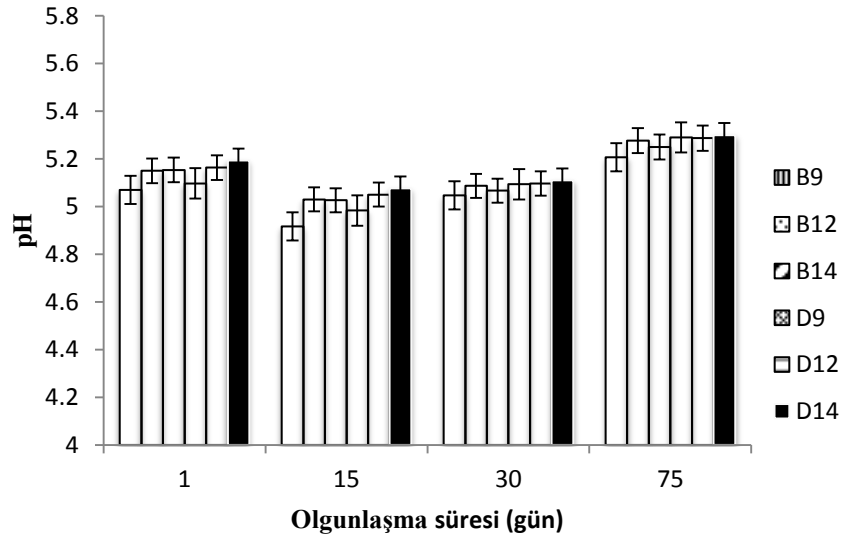
		Buzağı kimozini				Deve kimozini			
		Olgunlaşma süresi (gün)		% 9 salamura	% 12 salamura	% 14 salamura	% 9 salamura	% 12 salamura	% 14 salamura
pH		1	5.08±0.05A	5.15±0.19A	5.15±0.11A	5.10±0.06A	5.10±0.06A	5.16±0.15A	5.19±0.09A
		15	4.92±0.11B	5.03±0.09B	5.03±0.11B	4.98±0.06B	4.98±0.06B	5.05±0.08B	5.08±0.06B
		30	5.05±0.18AB	5.09±0.22AB	5.07±0.16AB	5.09±0.16AB	5.09±0.16AB	5.10±0.17AB	5.11±0.16AB
		75	5.21±0.12C	5.28±0.08C	5.25±0.08C	5.35±0.10C	5.35±0.10C	5.29±0.11C	5.34±0.08C
Nem		1	53.76±0.64A ^a	54.13±2.26A ^a	52.10±0.77A ^{bc}	52.40±0.96A ^c	52.40±0.96A ^c	52.28±1.05A ^{bc}	51.84±1.30A ^b
		15	59.65±2.69B ^b	60.09±2.25B ^c	59.12±2.65B ^b	59.67±2.02B ^b	59.67±2.02B ^b	59.28±2.26B ^b	57.98±1.38B ^a
		30	60.82±3.47C ^c	61.02±1.49C ^c	59.77±1.96C ^b	60.85±1.97C ^c	60.85±1.97C ^c	60.22±1.71C ^b	58.43±1.20C ^a
		75	62.17±2.92D ^c	61.34±0.85D ^c	60.39±1.08D ^{ab}	62.47±2.50D ^d	62.47±2.50D ^d	61.06±1.46D ^{bc}	59.98±1.1D ^a
Kuru madde		1	54.19±3.00	58.29±3.10	55.25±3.30	55.48±3.00	55.48±3.00	53.75±3.30	54.55±3.00
Yağ (%FDM)		15	55.36±4.00	53.02±4.00	52.32±4.10	56.50±4.30	56.50±4.30	54.48±2.60	52.80±3.00
		30	55.18±3.40	53.51±3.60	52.38±3.30	55.65±4.60	55.65±4.60	53.00±4.30	51.82±3.10
		75	57.08±3.10	55.11±3.70	54.05±3.00	55.09±4.30	55.09±4.30	57.00±4.10	52.63±4.60
Nemdeki tuz (%S/M)		1	5.01±1.11 ^a	6.89±0.14 ^b	8.05±0.72 ^{bc}	5.12±0.53 ^a	5.12±0.53 ^a	6.99±0.63 ^b	9.19±0.94 ^c
		15	5.43±1.09	7.68±0.64	8.80±0.23	5.58±0.90	5.58±0.90	7.19±0.69	9.15±0.46
		30	5.72±0.77	7.82±0.16	9.07±0.34	5.85±0.47	5.85±0.47	7.62±0.75	9.31±0.16
		75	6.06±0.83 ^a	7.50±0.50 ^b	9.30±0.49 ^c	5.97±0.70 ^a	5.97±0.70 ^a	7.61±0.60 ^b	9.41±0.34 ^c
Toplam protein (%TP)		1	14.92±0.56A ^a	14.77±0.61A ^a	15.29±0.95A ^{bc}	15.67±0.70A ^d	15.67±0.70A ^d	15.42±0.61A ^c	15.13±0.71A ^{abc}
		15	12.13±0.57B ^{ab}	11.79±1.34B ^a	12.27±1.60B ^a	12.52±0.49B ^{bc}	12.52±0.49B ^{bc}	13.11±1.33B	12.73±1.20B ^c
		30	11.72±1.54B ^a	11.61±0.57B ^a	11.80±0.84B ^a	12.41±0.61B ^b	12.41±0.61B ^b	11.97±1.13B ^{ab}	12.03±1.50B
		75	10.72±0.80C ^{bc}	10.13±0.45C ^a	10.24±0.70C ^{ab}	11.08±0.55C ^c	11.08±0.55C ^c	10.92±1.00C ^c	10.79±0.58C ^c
pH4.6/TN		1	2.73±0.30A ^a	2.65±0.92A ^{ab}	3.08±0.57A ^b	2.77±0.37A ^b	2.77±0.37A ^b	2.69±0.70A ^b	2.95±0.72A ^b
		15	4.88±1.21A ^a	3.51±1.16A ^{ab}	3.08±1.38A ^b	3.20±0.79A ^b	3.20±0.79A ^b	2.72±0.71A ^b	2.67±0.72A ^b
		30	5.79±0.58A ^a	4.07±0.44A ^{ab}	4.11±0.51A ^b	3.05±0.40A ^b	3.05±0.40A ^b	2.91±0.87A ^b	3.12±0.60A ^b
		75	13.51±2.93B ^a	9.77±2.35B ^{ab}	8.45±2.42B ^b	7.09±2.37B ^b	7.09±2.37B ^b	6.92±1.07B ^b	5.44±0.55B ^b
Serbest amino asit (FAA)		1	1.0±0.05A	0.62±0.03A	0.66±0.01A	0.67±0.04A	0.67±0.04A	0.57±0.03A	0.68±0.04A
		15	1.04±0.02B	0.74±0.03B	0.67±0.01B	0.63±0.01B	0.63±0.01B	0.49±0.03B	0.55±0.05B
		30	0.95±0.03B	0.95±0.08B	1.02±0.02B	0.59±0.02B	0.59±0.02B	0.65±0.04B	0.56±0.03B
		75	2.08±0.08B	1.33±0.06B	1.47±0.06B	0.95±0.05B	0.95±0.05B	1.36±0.04B	0.78±0.02B
Salamurada toplam		1	0.06±0.03A	0.02±0.00A	0.01±0.01A	0.05±0.04A	0.05±0.04A	0.01±0.00A	0.01±0.01A
Azot (%N)		15	0.02±0.03AB	0.13±0.07AB	0.07±0.03AB	0.14±0.01AB	0.14±0.01AB	0.06±0.03AB	0.05±0.01AB
		30	0.35±0.06BC	0.21±0.11BC	0.10±0.01BC	0.30±0.02BC	0.30±0.02BC	0.17±0.14BC	0.07±0.01BC
		75	0.44±0.01C	0.23±0.04C	0.33±0.00C	0.25±0.1C	0.25±0.1C	0.17±0.06C	0.10±0.1C

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

A,B,C,D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.3.1. pH

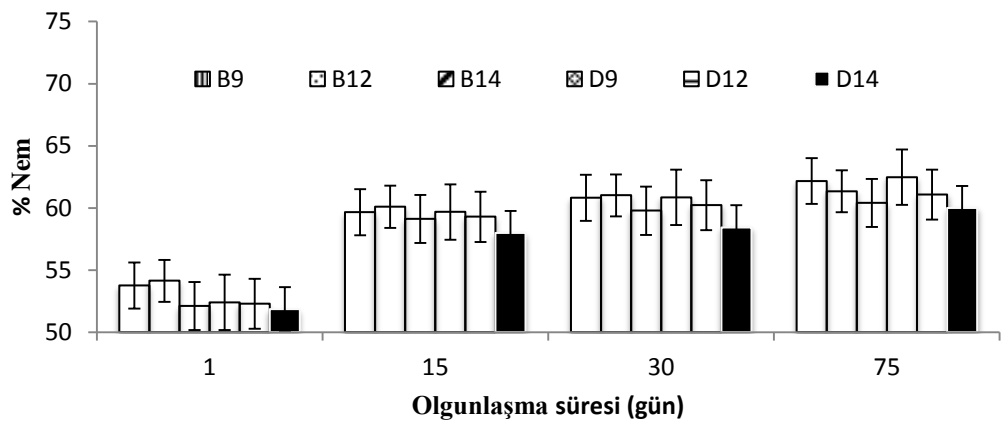
Deve ve buzağı kimosiniyle koagüle edilerek %9, %12 ve %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirlerin 1, 15, 30 ve 75 günlük olgunlaşma süresi boyunca pH seviyesinde meydana gelen değişim Şekil 4.19'da gösterilmiştir. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca pH değerinde önemli derece de farklılık bulunmuştur ($P<0.05$). Fakat kullanılan koagülantın ve salamuradaki tuz konsantrasyonunun pH değeri üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Olgunlaşmanın ilk 15 gününde tüm peynirlerde asitlik gelişerek pH değeri düşmüştür. Olgunlaşmanın ilk aşamalarında Motawee vd. (2009)'nin Feta peynirine sıcaklık ve tuz konsantrasyonunun etkisinin incelendiği çalışmalarında belirttiği gibi starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin gelişimi sonrası pH değerinde ki azalış normaldir. Fakat olgunlaşmanın 30 ve 75. günleri arasında tüm peynirlerde pH değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar Kavas vd. (2004) tarafından olgunlaşma süresince pH'nın 5.18'den 5.4'e yükseldiği belirtilmiştir. Olgunlaşma ile birlikte pH değerinde ki bu artışta peynirde meydana gelen proteoliz sonucu amino asit katabolizmasının ürettiği NH_3 'ün neden olduğu yapılan çalışmalarda açıklanmıştır (McSweeney, 2004b; McSweeney vd. 2006).



Şekil 4.19. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki pH gelişiminin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.2. Nem

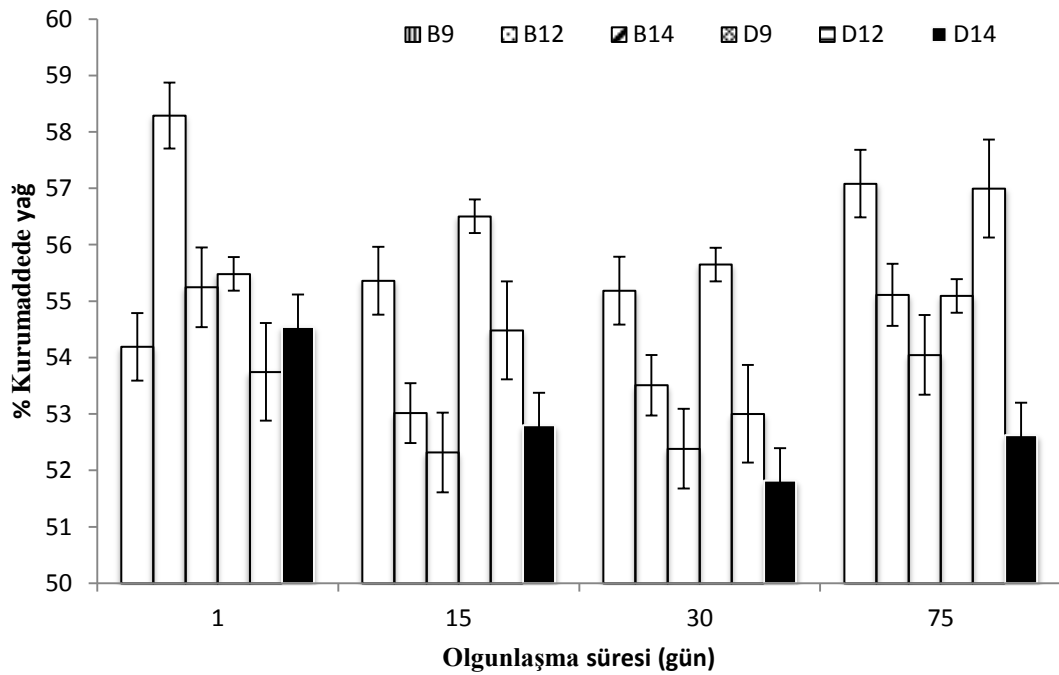
Deve ve buzağı kimoziyle koagüle edilerek %9, %12 ve %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirlerin 1, 15, 30 ve 75 günlük olgunlaşma süresi boyunca nem içeriğinde meydana gelen değişim Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresince nem oranı yükselmiştir. Hayaloğlu, (2007) bunu peptid bağlarının parçalanması sonucu yeni iyonik grupların oluşması ve yeni iyonik grupların salamuradaki peynir bloklarının çevresindeki salamuradan suyu çekerek nem oranının yükselmesine neden olduğu şeklinde açıklamıştır. Alichanidis vd. (1981) soğukta depolanan salamura peynirlerin depolama süresince salamuradan su olarak nem oranında artış meydana geldiğini belirtmiştir. Motawee vd. (2009) ise Feta peynirinde nem artışının salamura sıcaklığı, salamura tuz konsantrasyonu ve fermentasyon sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Hem deve hem de buzağı kimozi ile üretilen peynirlerde salamuradaki tuz konsantrasyonu azaldıkça nem seviyesi de artmaktadır. %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirler TKG (2015) peynir tebliğinin olgunlaştırılmış Beyaz peynir için belirttiği nem standardına (%60) uygunluk göstermektedir. %9 ve %12'lik salamurada olgunlaştırılan peynirlerde nem değeri bu standarttan ve Beyaz peynir ile ilgili yapılmış çalışmalardan daha yüksek seviyededir (Çakmakçı ve Kurt, 1993; Uraz ve Şimşek, 1998; Kırmacı, Hayaloğlu, Özer, Akçelik ve Akkoç, 2011; Kavas, 2004; Kayagil ve Candan, 2009). Salamurada ki tuz konsantrasyonu arttıkça peynirin nem içeriğinde önemli derecede azalmaya neden olmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.20. Deve ve buzağı kimozi kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirde ki nem içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.3. Kurumaddede Yağ

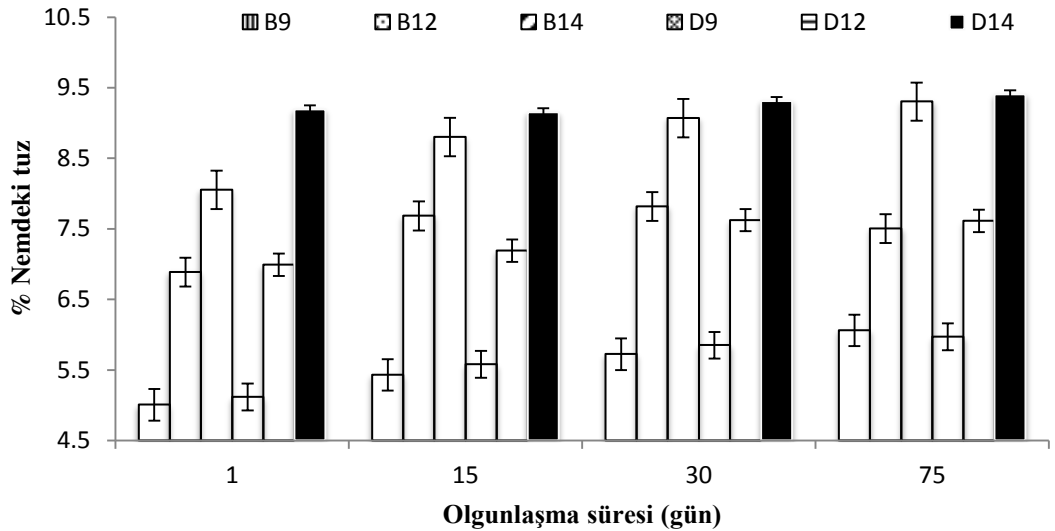
Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen ve %9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin kurumaddedeki yağ içeriği Şekil 4.21'de gösterildiği gibidir. TKG (2015) yayınlamış olduğu peynir tebliğinin tam yağlı Beyaz peynir için belirlediği yağ oranına göre en az %45 süt yağı içermelidir. Aynı zamanda Kavas vd. (2004) tam yağlı Beya peynirin kurumaddedeki yağ içeriğinin %49-51 değerleri arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada üretilen peynirler tam yağlı süt kullanılarak üretildiği için tüm peynirlerde kurumaddede yağ oranı %45'den daha yüksektir. Buzağı kimosini ile üretilen farklı salamuralarda depolanan peynirler deve kimosini ile üretilen peynirlerden daha yüksek kurumaddedeki yağ içeriğine sahiptir. Aynı zamanda olgunlaşma süresince %9'luk salamurada olgunlaştırılan peynirler %12 ve %14'lük salamuraya sahip peynirlerden istatistiksel olarak önemli derecede farklılık olmasa da daha yüksek kurumaddedeki yağ içeriğine sahiptir.



Şekil 4.21. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin kurumaddedeki yağ içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.4. Nemin İçerdiği Tuz

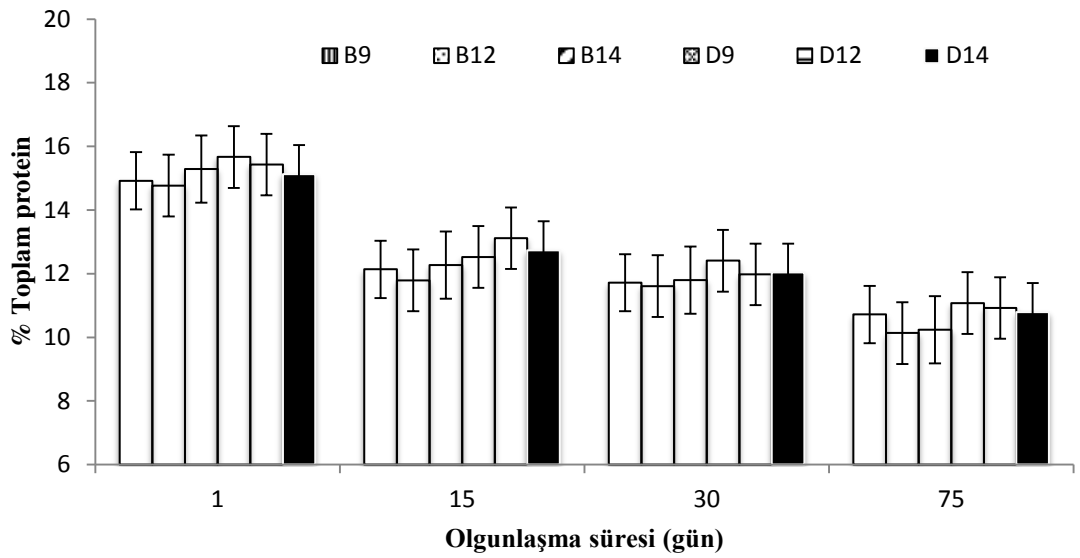
Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen ve %9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin nemdeki tuz içeriği Şekil 4.22'de gösterildiği gibidir. Peynirin sahip olduğu nemdeki tuz miktarı proteoliz seviyesinin anlaşılması için oldukça önemlidir. Yüksek oranda nemdeki tuz içeriği proteoliz seviyesinin düşük olacağı anlamına gelebilir. Peynirde tuz hem lezzete katkı sağlar hem de koruyucu etkide bulunur. Peynirin salamurada beklediği süre boyunca salamura ve peynir arasında osmotik basınç yoluyla Na^+ ve Cl^- iyonlarının yer değiştirmesiyle peynir tuz absorbe eder (Guine ve Fox, 2004). Tuz oranı, olgunlaşma sırasında peynirde meydana gelen para-kazein hidrolizasyonu, lipoliz, proteoliz ve glikoliz gibi biyokimyasal değişimler ile enzimatik aktiviteler ve mikrobiyal gelişmeler peynirin bileşimi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda tuz oranı peynirin aromasını, reolojisini, tekstürel özelliklerini ve toplam kalitesini önemli oranda etkilemektedir (Guinee, 2003). Guinee ve Fox (1987) peynirin tuz absorpsiyonunun tuzlama şekline, pıhtının nem içeriğine, pıhtının şekline ve pH'a bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Hem deve hem de buzağı kimosini ile üretilen peynirlerin salamurada ki tuz konsantrasyonunun etkisiyle sahip olduğu nemdeki tuz içeriği Şekil 4.21'de gösterildiği gibidir. Olgunlaşma süresince tuz içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmamasına rağmen olgunlaşma süresince artış meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin nemdeki tuz içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.5. Protein

Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlere salamuradaki tuz konsantrasyonunun peynirdeki protein içeriğine etkisi Şekil 4.23'de gösterildiği gibidir. Olgunlaşma boyunca muhtemelen nem içeriğinin de artmasıyla protein miktarında düşüş tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 75. gününde tüm peynirlerin içerdiği protein miktarı daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarından daha düşük bulunmuştur (Çakmakçı ve Kurt, 1993; Saldamlı ve Kaytanlı, 1998; Kayagil ve Candan, 2009; Kırmacı vd. 2011). Olgunlaşma süresince protein içeriğindeki değişim önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

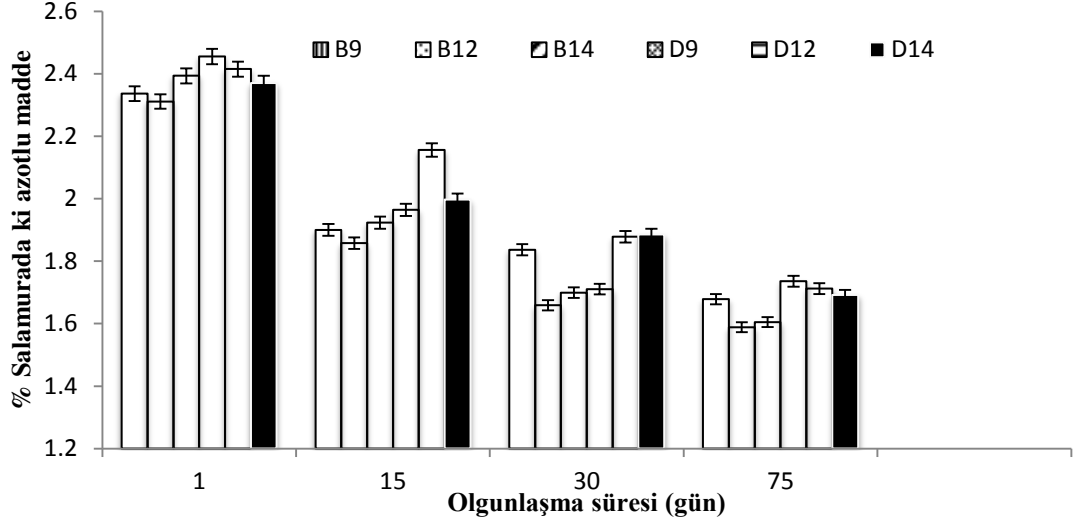


Şekil 4.23. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki toplam protein yağ içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.6. Salamuranın İçerdiği Azotlu Madde

Beyaz peynir tüketilene kadar salamurada depolanan bir peynirdir. Bu süreçte peynir kitlesinden salamuraya difüzyon yoluyla peptidler ve azotlu maddeler geçebilmektedir (Caric, 1987). Bu hipotezi kanıtlamak için salamurada azotlu madde analizi yapılmıştır. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin salamuralarındaki azotlu madde içeriği Şekil 4.23'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre salamuradaki azotlu madde oranı olgunlaşma boyunca artmıştır. Buzağı kimosini ile üretilen peynirlerin salamuralarındaki azotlu madde miktarı deve

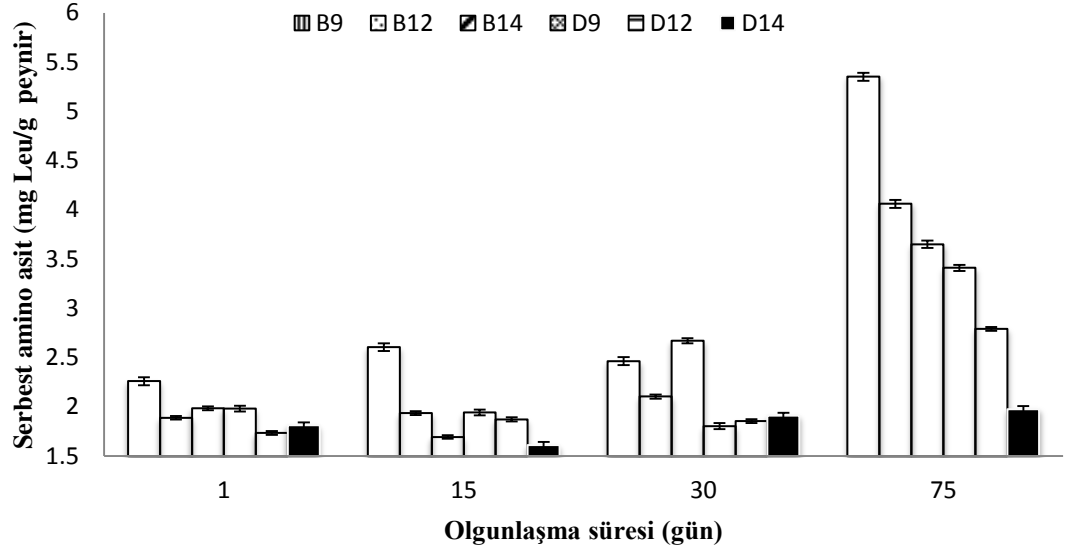
kimozini ile üretilen peynirlerin içerdiği azotlu madde miktarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca salamuradaki tuz konsantrasyonu ile salamuradaki azotlu madde miktarının ters orantılı olarak değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.24. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış salamuradaki azotlu madde içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.7. Toplam Serbest Amino Asit Değerleri

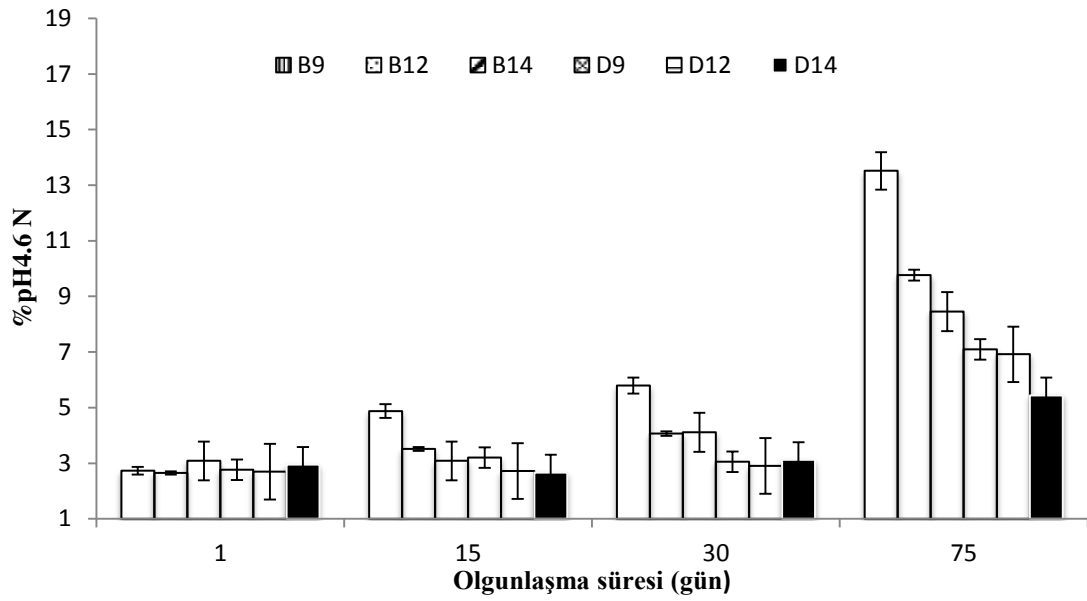
Farklı tuz konsantrasyonlarına sahip salamurada olgunlaştırılan deve kimozini ve buzağı kimozini ile üretilen peynirlerin olgunlaşma süresince serbest amino asit içeriğinde ki değişim Şekil 4.25'de gösterildiği gibidir. Olgunlaşmanın 75. gününde deve kimozini ile yapılan peynirlerdeki serbest amino asit oranı buzağı kimozini ile yapılan peynirlerden daha düşük oranda olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Olgunlaşmanın ilk aşamalarında ise peynirler arasında serbest amino asit değerindeki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.25. Deve ve buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki serbest amino asidin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.3.8. pH 4.6'da Çözünür Azot Bazında Olgunluk İndeksi

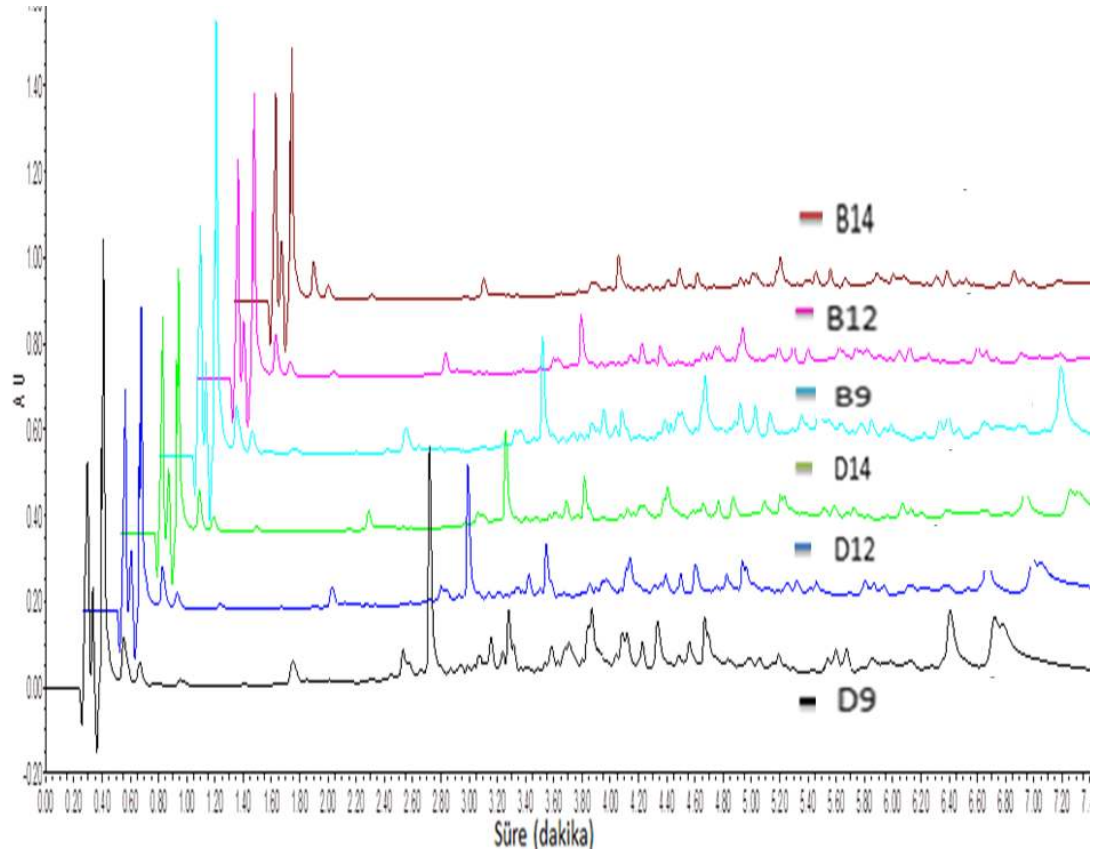
pH 4.6'da çözünür azot fraksiyonu kazeinin hidrolizi sonucu oluşan yüksek moleküler ağırlıklı peptidler, proteoz-pepton ve peyniraltı suyu proteinlerini içerir. Şekil 4.26'da görüldüğü gibi tuz konsantrasyonu ile peynirlerin pH 4.6 SN/TN içeriği ters orantılı olarak değişmektedir. Deve kimozini ile üretilen peynirlerle karşılaştırıldığında buzağı kimozini ile üretilen peynirlerin pH 4.6 SN/TN içeriği daha yüksektir. Buzağı kimozini ile üretilen tüm peynirlerdeki pH 4.6 SN/TN içeriği özellikle deve kimozini ile üretilen ve %9'luk salamurada olgunlaştırılan peynirin içerdiğinden daha yüksektir. Bunun nedeni buzağı kimozininin daha yüksek proteolitik aktiviteye sahip olmasıdır (Kappeler vd. 2006). Proteoliz seviyesi peynirin nemdeki tuz içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Salamuradaki tuz oranının artması, peynirde proteolizi negatif yönde etkilemektedir. Aynı zamanda yüksek orandaki nem içeriği de proteolizi etkilemektedir. Tuz seviyesinin pH 4.6 SN/TN içeriği üzerine etkisi olmasına rağmen olgunlaşma süresince meydana gelen değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.



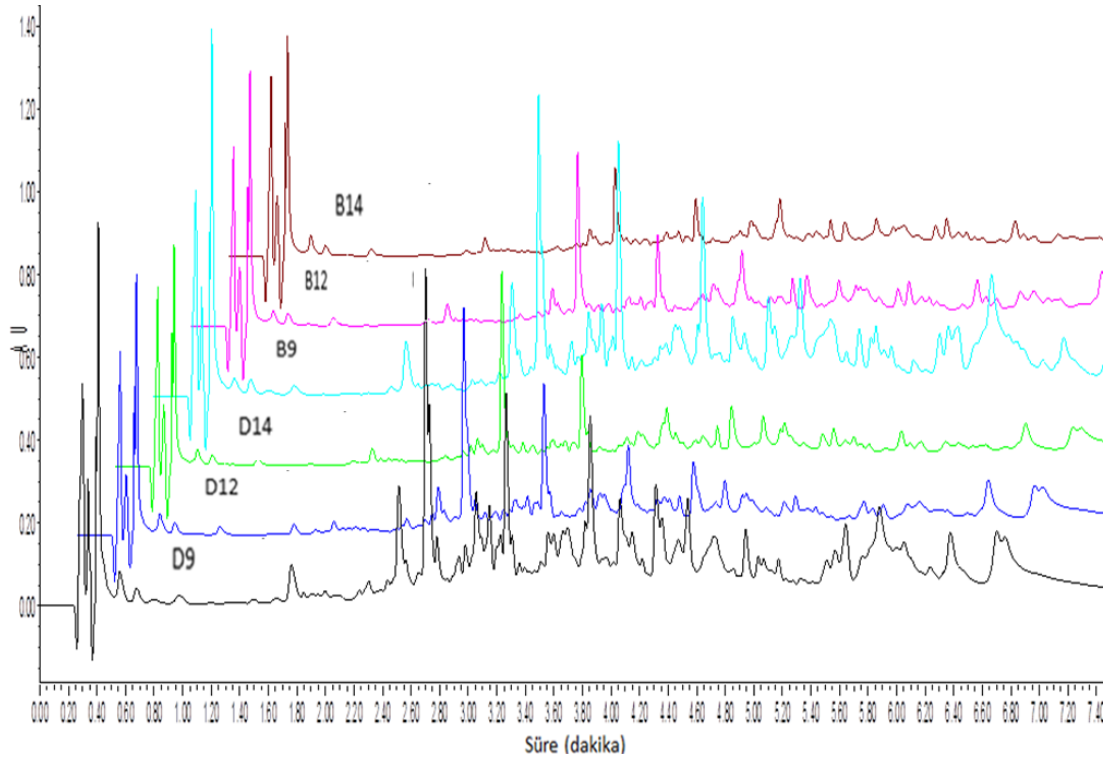
Şekil 4.26. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki pH 4.6 SN/TN içeriğinin olgunlaşma süresince değişimi.

4.2.4. Ters-Faz Ultra Performans Sıvı Kromatografisi (RP-UPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri

Olgunlaşmanın 30. ve 75. günlerindeki peynirlerin pH 4.6'da çözünen fraksiyonlarının peptid profilleri Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'de gösterildiği gibidir. Olgunlaşmanın 30. gününde buzağı kimosini ile üretilen ve %9'luk salamurada olgunlaştırılan peynirin özellikle 2.6, 3.0 ve 3.8 dakikalarda gösterdiği pikler diğer tüm peynirlerden daha yüksek seviyededir. Olgunlaşmanın 75. gününde hem deve hem de buzağı kimosini ile üretilen ve %9'luk salamurada olgunlaştırılan peynirler 1.7, 2.6, 3.0, 3.2, 3.8 ve 5.8 dakikalarda göstermiş olduğu pik yükseklikleri birbirine çok yakındır. Fakat 75. günde deve kimosini ile üretilen peynirlerden %12 ve %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirler diğer tüm peynirlerden daha düşük pik yüksekliğine sahiptir. Tuz konsantrasyonunun artması ve deve kimosini kullanımı ile proteoliz sonucu ortaya çıkan peptid profili daha düşük seviyede olmaktadır.

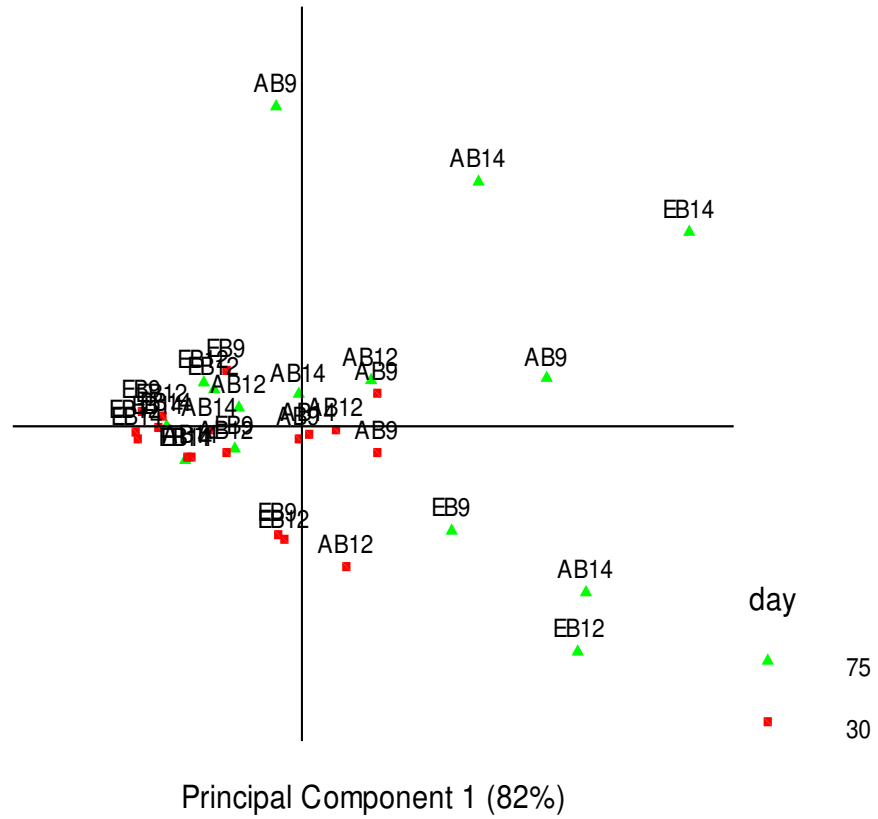


Şekil 4.27. Olgunlaşmanın 30. gününde peynirlere ait RP-UPLC peptid profili



Şekil 4.28. Olgunlaşmanın 75. gününde peynirlere ait RP-UPLC peptid profili.

RP-UPLC kromatogramındaki piklerin yüksekliğinden elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan Temel Bileşen Analizi (PCA) Şekil 4.29'da gösterilmiştir. PCA analizinde RP-UPLC kromatogramında 1-7 dk alıkonma zamanı arasındaki piklerin yüksekliği veri olarak kullanılmıştır. PC1 (Temel Bileşen 1)'de sırasıyla %82 ile depolama zamanına bağlı olarak bir ayrım olduğu görülmektedir. PC2 (Temel Bileşen 2)'de %7 ile tuz konsantrasyonunun peptid konsantrasyonu üzerine etkisinin ne olduğu net olarak tespit edilememiştir. Peynirlerin olgunlaşmaları PC1, peynirlerin üretiminde kullanılan enzim çeşidi ve salamura etkisi PC2 olarak tanımlanmıştır.



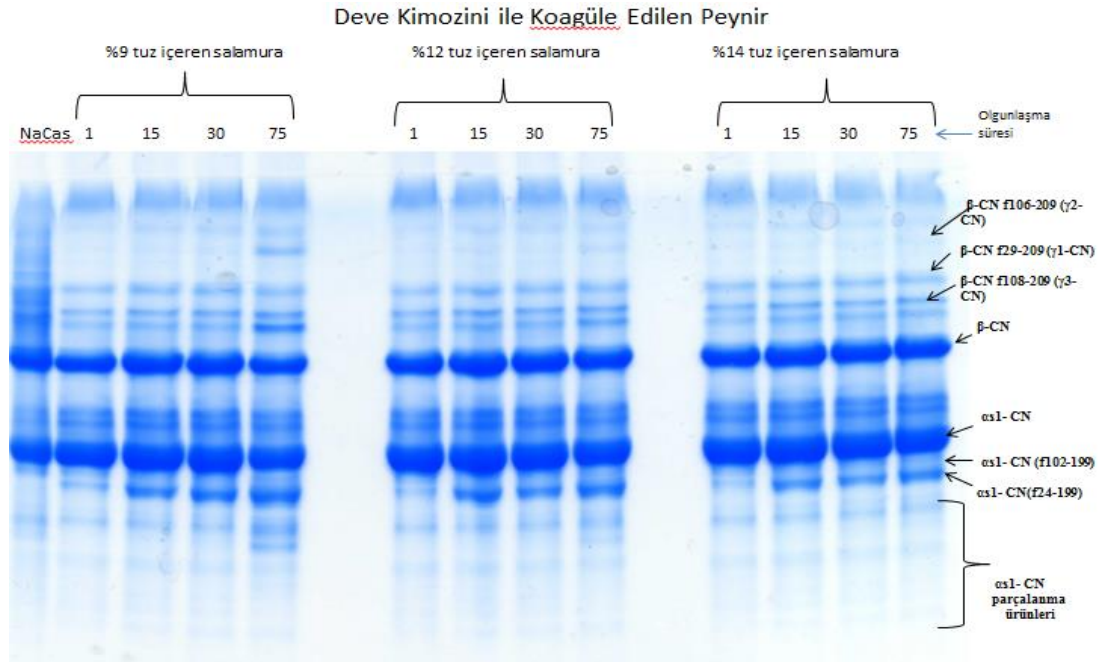
Şekil 4.29. Olgunlaşmanın 30. ve 75. gününde deve ve buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış Beyaz peynirin ana bileşen analizi.

4.2.5. Proteolizin Üre-PAGE Yöntemiyle Belirlenmesi

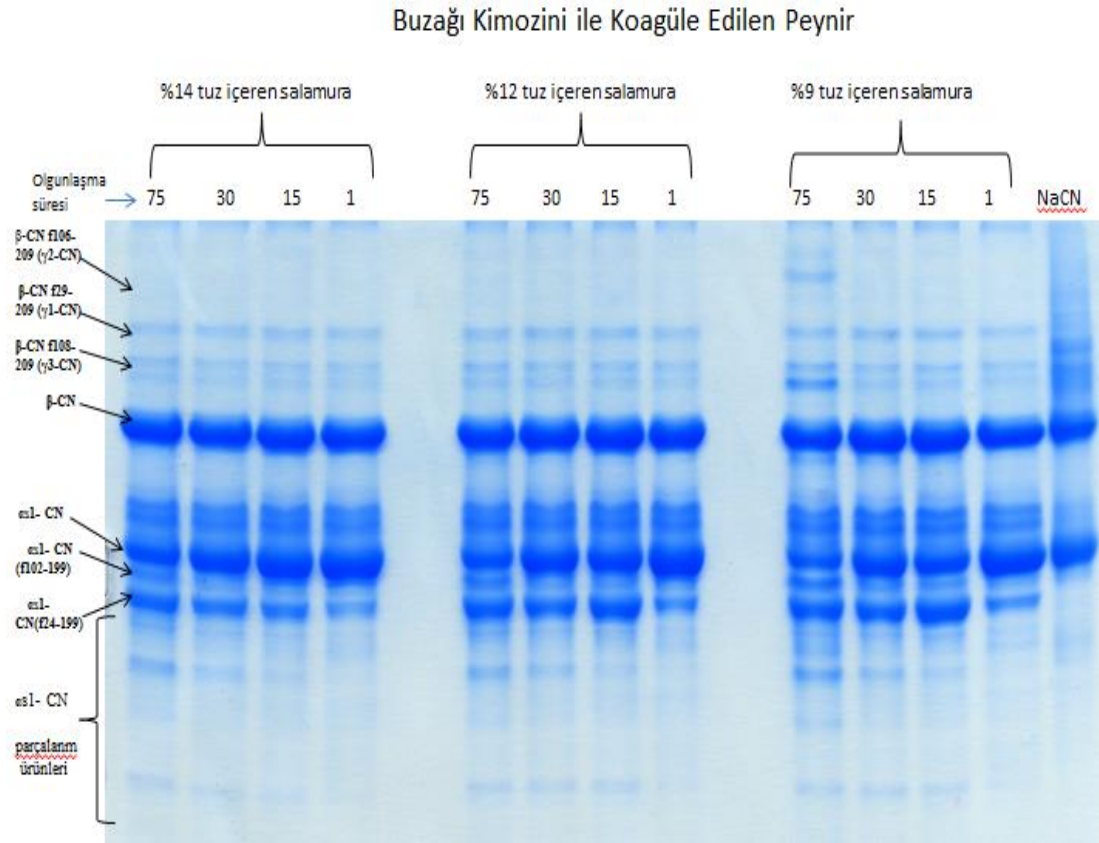
Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen ve %9, %12, %14'lük tuz konsantrasyonuna sahip salamurada olgunlaştırılan peynirlerin pH 4.6'da çözünmeyen fraksiyonlarından elde edilen üre-PAGE jel elektrofotogramı Şekil 4.30. ve Şekil 4.31'de gösterildiği gibidir. Olgunlaşmanın ilk gününden itibaren β -

kazein’de sınırlı bir parçalanma olurken, özellikle %9 salamurada olgunlaştırılan peynirde α_{s1} -kazeinin degradasyonu daha net görülebilmektedir. Aynı zamanda ilk günden itibaren α_{s1} -CN (f102-199) görülebilen α_{s1} -CN (f24-199) ise olgunlaşmanın 15. günü itibariyle görülmeye başlamıştır. Bu peptidlerin konsantrasyonu α_{s1} -CN’den daha hızlı elektroforetik hareketliliğe sahip oldukları için olgunlaşma süresince artmaktadır (Hayaloglu vd. 2004).

Aynı tuz konsantrasyonlarına sahip deve kimosini ve buzağı kimosini ile üretilen peynirlerden deve kimosini ile üretilenler daha yavaş bir degradasyon sürecine sahip olduğu gözlemlenmektedir. %14’lük salamuraya sahip deve kimosini ile üretilen peynirin 75 günlük olgunlaştırma sonucu kazeinin hidrolizi ve α_{s1} -CN’in degradasyonunun engellendiği görülmektedir. Bunun nedeni peynirin nemdeki tuz miktarının yüksek olması veya deve kimosininin düşük proteolitik aktiviteye sahip olması olabilir (Møller vd. 2012). Olgunlaşmanın hiçbir aşamasında deve veya buzağı kimosini ile üretilen ve %12-%14’lük salamurada olgunlaştırılan peynirlerde β -kazein ve α_{s1} -kazeinin degradasyonunda fark görülmemektedir. Benzer sonuçları Kristiansen vd. (1999) ve Güven vd. (2006) elde etmiş ve Danbo tip peynir ile Beyaz peynirde β -kazein ve α_{s1} -kazeinin degradasyonunun tuz konsantrasyonundan etkilenmediğini belirtmişlerdir.



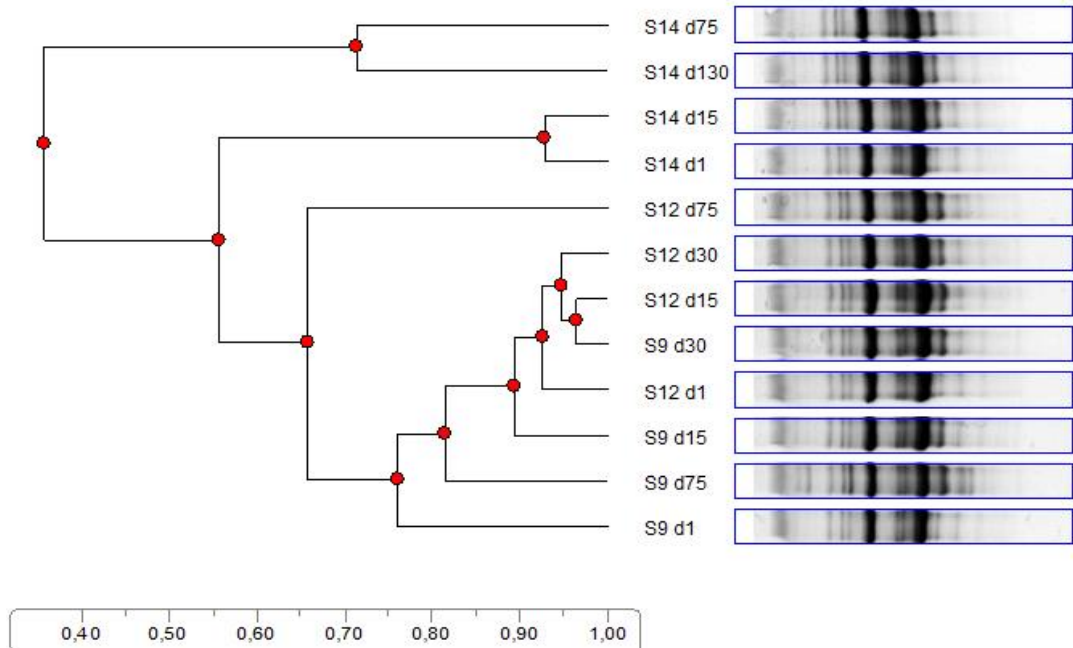
Şekil 4.30. Deve kimosini kullanılarak %9, %12, %14’lik salamurada olgunlaştırılmış peynirdeki proteolizin olgunlaşma süresince değişimi.



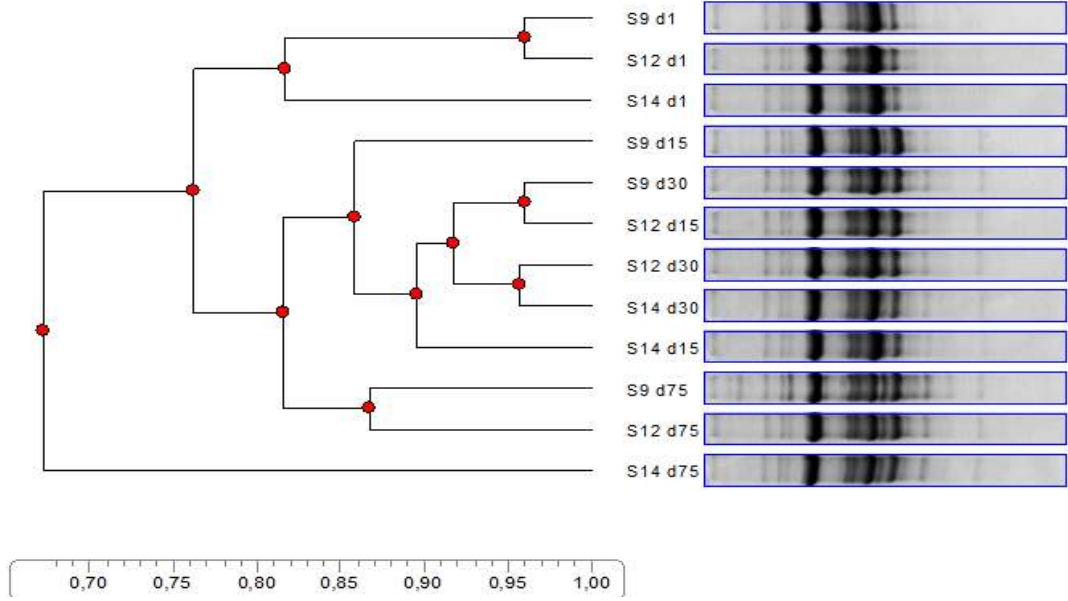
Şekil 4.31. Buzağı kimozini kullanılarak %9, %12, %14’lik salamura da olgunlaştırılmış peynirdeki proteolizin olgunlaşma süresince değişimi.

Şekil 4.32’de görüldüğü üzere deve kimozini ile koagüle edilen peynirler olgunlaşma durumuna ve salamuraadaki tuz konsantrasyonuna göre gruplanmıştır. Dendrogramda 3 farklı küme oluşmuştur. Küme 1, %14’lük salamura da olgunlaştırılan peynirin 30-75 günlük olgunlaşma süresince meydana gelen gruplamadır. Diğer taraftan küme 2, 1-15 günlük olgunlaşma sonrası %14’lük salamura da olgunlaştırılan peynir ayrı olarak gruplanmıştır. Küme 3, 1-75 günlük olgunlaşma süresince %9 ve %12’lik salamura da olgunlaştırılan peynirlerden oluşmuştur. %9 ve %12’lik salamura da olgunlaştırılan peynirler benzer olarak tespit edilmiş ve gruplanmıştır. Belirgin bir şekilde deve kimozini ile koagüle edilen peynirin salamuraadaki tuz konsantrasyonundan ve olgunlaşma sürecinden etkilenecek birbirinden ayrılmıştır. Olgunlaşma süresinin ve salamuraadaki tuz konsantrasyonunun β -kazein ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmaları üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.33’de buzağı kimozini ile koagüle edilen peynirlerin üre-PAGE dendrogramı gösterilmektedir. Dendrogramda 3 farklı

küme oluşmuştur. Küme 1, salamuradaki tuz konsantrasyonundan bağımsız olarak olgunlaşmanın 1. günündeki peynirlerden oluşmuştur. Küme 2, yine salamuradaki tuz konsantrasyonundan bağımsız olarak, olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerindeki peynirlerden oluşmuştur. Küme 3 ise olgunlaşmanın 75. günündeki peynirlerden oluşmuştur. Elde edilen bu verilere göre buzağı kimozinin α_{s1} -CN ve β -kazeinin hidrolizi üzerine salamuradaki tuz konsantrasyonunun etkisinin olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonucun aksine Møller vd. (2012)'nin deve kimozini ve buzağı kimozinin α_{s1} -CN ve β -kazeinin hidrolizini peptid haritasıyla karşılaştırdığı çalışmada, pH 5.2'de tuz konsantrasyonunun %5'e artırılması ile deve kimozini ve buzağı kimozinin aktivitesi benzerken bazı peptidlerin miktarında farklılıkların meydana geldiği belirtilmiştir. Ancak araştırmacıların yapmış olduğu bu çalışma en fazla %5 tuz konsantrasyonu ile çalışılmıştır. Buna göre deve kimozinin %5 gibi düşük tuz konsantrasyonundan etkilenmezken, tuz konsantrasyonunun %9-14 aralığında değişmesinden etkilendiği sonucunda varılabilir.



Şekil 4.32. Deve kimozini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramlarının dendrogramı.

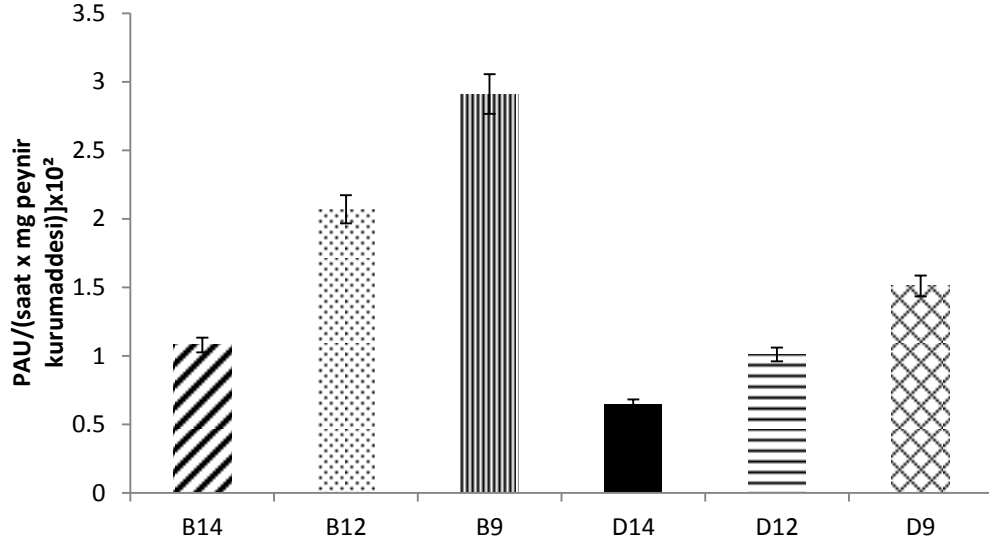


Şekil 4.33. Buzağı kimosini kullanılarak %9, %12, %14'lik salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramlarının dendrogramı.

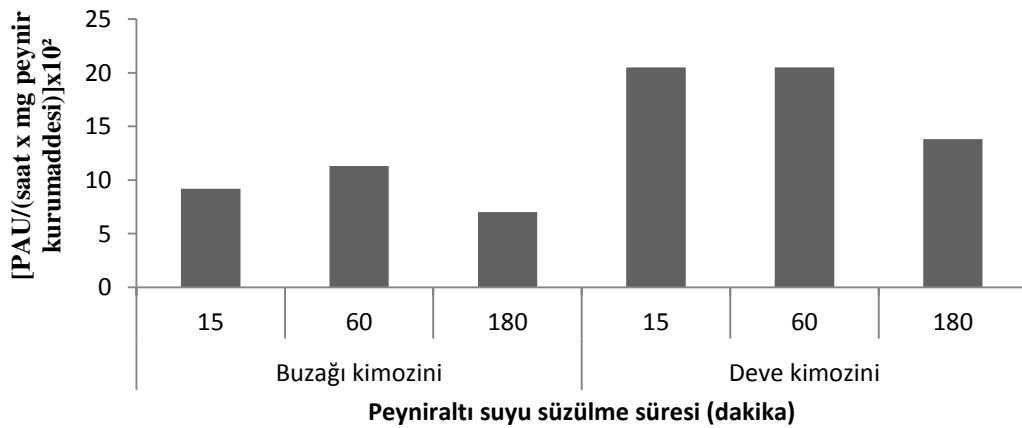
4.2.6. Peynir, Salamura ve Peyniraltı Suyunda Kalıntı Enzim Aktivitesi

UPLC kromatogramında substrat (Pro-Thr-Glu-Phe-(NO₂-Phe)-Arg-Leu) piki 1.72. dakikada ve Phe-Phe bağının kopması sonucu elde edilen ilk ürünün [(NO₂-Phe)-Arg-Leu] piki 1.48. dakikada elde edilmiştir. Kalıntı enzim aktivitesi olgunlaşmanın ilk aşamalarında kazeinin hidrolizini katabolize etmekten sorumludur. Kazein parçalanarak orta ve büyük boyutlardaki peptidlere dönüşür. Starter veya starter olmayan mikroorganizmalar peptidaz ve proteinazlar aracılığıyla küçük peptidlere ve serbest amino asitlere dönüşür (McSweeney vd. 2006). Şekil 4.34'de deve ve buzağı kimosini ile üretilen ve %9, %12, %14'lük salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerin içerdiği kalıntı enzim miktarı gösterilmektedir. Buzağı kimosini ile koagüle edilen ve %12 ile %14'lük salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerdeki kalıntı enzim aktivitesinin, deve kimosini ile koagüle edilen ve %9, %12, %14'lük salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerden çok daha yüksek kalıntı enzim aktivitesine sahip olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu farklılığa kimosinlerin substrata spesifitelerinin farklı olabileceğini göstermektedir (Jensen vd. 2013; Børsting vd. 2014). Aynı zamanda deve ve buzağı kimosini ile koagüle edilen peynirlerin kalıntı enzim aktivitesindeki farklılıklar Şekil 4.35'de deve ve buzağı kimosini ile koagüle edilen peynirlerin peyniraltı sularına geçen kalıntı enzimin

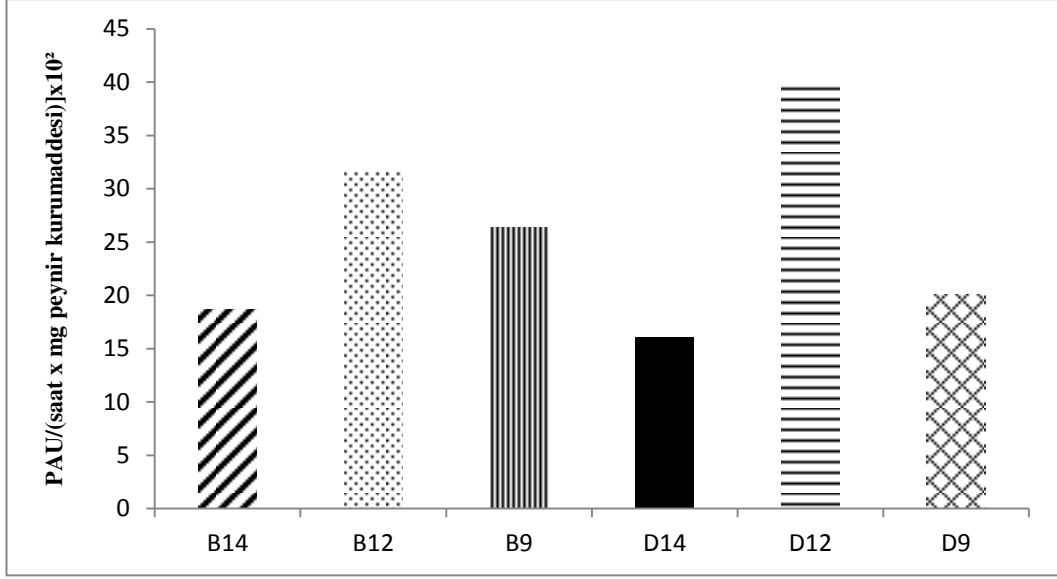
miktarındaki farklılık sonucu oluştuğu söylenebilir. Şekil 4.36'da deve ve buzağı kimozi ile üretilen ve %9, %12, %14'lük salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerin salamuralarının içerdiği kalıntı enzim miktarı gösterilmektedir. %12'lik salamuraların içerdiği kalıntı enzim aktivitesinin diğer salamura konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.34. Deve ve buzağı kimozi ile üretilmiş %9, %12, %14'lük salamuralarda olgunlaştırılmış peynirlerin heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.



Şekil 4.35. Deve ve buzağı kimozi ile koagüle edilen peynirden 15, 30 ve 180 dakika sonra süzülen peyniraltı suyunun heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.



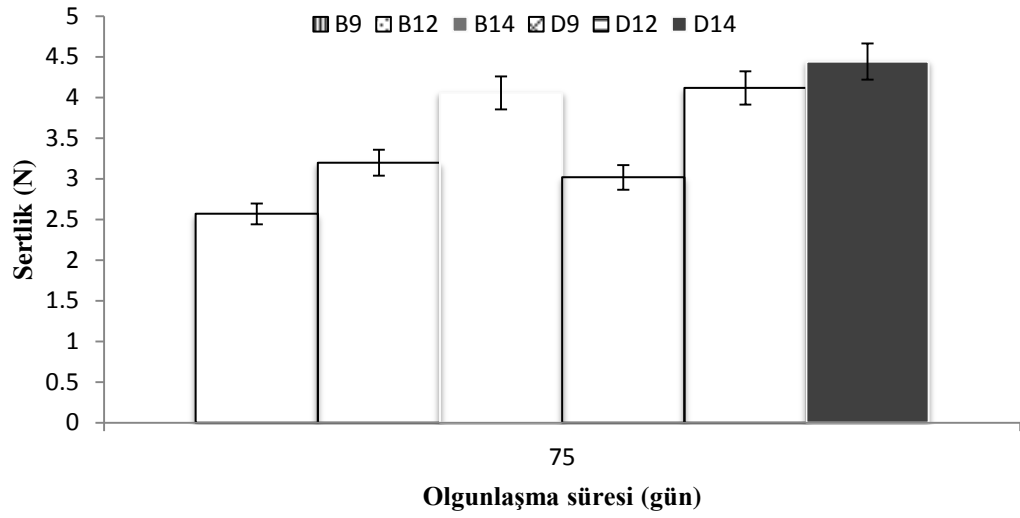
Şekil 4.36. Deve ve buzağı kimozeni ile üretilmiş %9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılmış peynirlerin salamuralarının heptapeptid ile 37°C'de pH 3.2 tamponunda 23 saat inkübe edildikten sonra üretilen peptidlerin pik alanı.

4.2.7. Tekstür

Deve ve buzağı kimozeni kullanılarak üretilen ve % 9, %12, %14'lük salamurada olgunlaştırılan peynirlerin, 75 günlük olgunlaştırma sonunda sertlik değerleri Şekil 4.37'de gösterilmiştir. Hem deve hem de buzağı kimozeni ile üretilen ve %14 tuz konsantrasyonuna sahip salamurada olgunlaştırılan peynirlerin düşük tuz seviyesine sahip peynirlerden daha sert bir yapıda olduğu bulunmuştur. Bu durum muhtemelen tuz seviyesinin artmasıyla, peynir kitlesine tuz girişine karşılık peynirdeki nem oranının azalması sonucu olmuştur. Aynı tuz oranına sahip salamurada depolanan deve kimozeni ile koagüle edilen peynirler, buzağı kimozeni ile koagüle edilen peynirlerden daha sert bir yapı göstermektedir. Bu durum buzağı kimozininin proteolitik aktivitesinin (pH 4.6 SN/TN) yüksek nem seviyesiyle birlikte artması ile açıklanabilir. Diğer taraftan deve kimozeni peynirde proteoliz seviyesini düşürme eğilimi gösterir (Bansal vd. 2009b; Govindasamy-Lucey vd. 2010). Yüksek nem içeriği peynirin yapısını bozarak ve protein matriksinin hidrolizi sonucu peynirde yumuşamaya neden olmaktadır.

Deve ve buzağı kimozeni ile koagüle edilen Cheddar peynirinin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada deve kimozeni ile koagüle edilen Cheddar peynirinin daha sert bir yapıda olduğunun belirtildiği çalışma sonuçlarında da verilmiştir (Bansal vd.

2009b). Fathollahi vd. (2010)'nin İran beyaz peynirleri üzerine yapmış oldukları çalışmada, tekstürel değişimlerde α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanmasının önemli bir faktör olduğunu ve peynirin sertlik değerlerini etkileyerek olgunlaşma süresinde peynir tekstürünün yumuşamasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da deve kimosini ile üretilen peynirlerin α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanmasının buzağı kimosini ile üretilen peynirlerden daha düşük olması sonucu, deve kimosini ile üretilen peynirler daha sert bir yapıya sahiptir, fakat bu sonuç istatistiksel açıdan önemli derecede farklı bulunmamıştır.



Şekil 4.37. Deve ve buzağı kimosini kullanılarak üretilen peynirlere % 9, %12, %14'lük salamrada olgunlaştırmanın tekstürel özelliklerine etkisi.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Koagülasyon pH'sının Peynir Özelliklerine Etkisi

Bu çalışmanın ilk aşamasında farklı koagülasyon pH'larında (pH 6.6, pH 6.4 ve pH 6.2) deve kimozi ile koagüle edilerek Beyaz peynir üretilmiştir. Bu üretim parametrelerinin olgunlaşma süresince (1., 15., 30. ve 75.) üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri (pH, nem, nemdeki tuz, kurumaddede yağ, protein ve pH4.6 SN/TN), proteolizi (serbest amino asit, elektroforetik jel görüntüleri ve UPLC peptit profilleri), kalıntı enzim aktivitesi ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir.

Koagülasyon pH'sının peynirin bileşimini etkilediği görülmüştür. Özellikle olgunlaşmanın sonunda (75. gün) pH 6.2'de koagüle edilen peynirin nem, pH 4.6 SN/TN ve salamuradaki toplam azot içeriği pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirlerden önemli derecede düşük olduğu tespit edilmiştir.

Koagülasyon pH'sının ve olgunlaşma süresinin üre-PAGE jel elektroforezi dendrogram sonucuna göre Beyaz peynirde β -kazein ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmaları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Peynirlerin RP-UPLC analizinden elde edilen değerlerle oluşturulan temel bileşen analizi (PCA) sonucunda koagülasyon pH'sının etkisinin peynirler arasında önemli farklılıklara neden olduğu tespit edilmiştir. pH 6.6 ve pH 6.2'de koagüle edilen peynirlerin PCA grafiğinde farklı bölgelerde konumlandığı tespit edilmiştir. Peynirlerin RP-UPLC peptid profillerine bakıldığında olgunlaşmanın 75. gününde pH 6.2'de koagüle edilen peynirlerin içerdiği bazı peptidlerin, pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirlerden daha düşük konsantrasyonda pik verdiği gözlemlenirken, olgunlaşmanın 30. gününde bazı peptidlerin pH 6.2'de koagüle edilen peynirlerde daha yüksek pik verdiği tespit edilmiştir.

Tekstür Profil Analizler (TPA) değerlerine bakıldığında peynirlerin sertlik değeri üzerinde koagülasyon pH'sının etkili olduğu saptanmıştır. Sertlik değerleri göz önünde bulundurulduğunda pH 6.2'de koagüle edilen peynirin pH 6.4 ve pH 6.6'da koagüle edilen peynirden daha sert olduğu tespit edilmiştir.

Farklı koagülasyon pH'sında üretilen peynirler, salamuralar ve peyniraltı sularında bulunan kalıntı enzim aktivitesi değerlendirildiğinde pH 6.6'da koagüle edilen peynirin, pH 6.4 ve pH 6.2'de koagüle edilen peynirden daha yüksek kalıntı enzim aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Salamura ve peyniraltı suyunun göstermiş olduğu kalıntı enzim aktivitesinin ise koagülasyon pH'sından etkilenmediği belirlenmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, koagülasyon pH'sının deve kimozini ile koagüle edilen Beyaz peynirin bileşim, proteoliz ve yapısal özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Deve kimozini ile koagüle edilen Beyaz peynir için koagülasyon pH'sının 6.2 olması, proteoliz seviyesinde azalma ve yapıda sertliği sağlaması nedeniyle ikinci aşamadaki üretimde koagülasyon pH'sı olarak tercih edilmiştir.

5.2. Salamura Tuz Konsantrasyonunun Deve ve Buzağı Kimozini ile Koagüle Edilen Peynire Etkisi

Bu çalışmanın ikinci aşamasında pH 6.2'de, deve ve buzağı kimozini ile koagüle edilen Beyaz peynirler farklı tuz konsantrasyonundaki (%9, %12 ve %14) salamuralarda olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşma süresince (1., 15., 30. ve 75.) üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri (pH, nem, nemdeki tuz, kurumaddede yağ, protein ve pH4.6 SN/TN), proteolizi (serbest amino asit, elektroforetik jel görüntüleri ve UPLC peptit profilleri) kalıntı enzim aktivitesi ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir.

Beyaz peynir üretiminde koagülant olarak deve kimozininin kullanımı peynirin bazı bileşim özelliklerini etkilemiştir. Deve kimozini kullanılarak üretilen peynirler olgunlaşmanın sonlarında (30. ve 75. gününde) daha düşük proteoliz seviyesine (pH 4.6 /TN) sahip olarak buzağı kimozininden önemli derece farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Salamuradaki tuz konsantrasyonu nem, nemdeki tuz ve toplam protein değerlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Üre-PAGE jel elektroforezi dendrogram sonucuna göre deve kimozini ile koagüle edilen Beyaz peynirlerde, salamuralardaki tuz konsantrasyonu ve olgunlaşma süresinin β -kazein ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmalarını etkilendiği tespit

edilmiştir. Buzağı kimosini ile koagüle edilen Beyaz peynirlerde ise salamuralardaki tuz konsantrasyonunun β -kazein ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmalarını etkilemediği, ancak olgunlaşma süresinin parçalanma üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

Peynirlerin RP-UPLC analizinden elde edilen değerlerle oluşturulan temel bileşen analizi (PCA), salamura konsantrasyonu ve kullanılan koagülantın peynirler arasında önemli farklılıklara neden olduğu tespit edilmiştir. %9'luk salamurada olgunlaştırılan ve deve kimosini ile koagüle edilen peynirin, %14 ve %12'lik salamura olgunlaştırılan ve buzağı kimosini ile koagüle edilen peynirler ile PCA grafiğinde aynı bölgelerde konumlandığı tespit edilmiştir. Peynirlerin RP-UPLC peptid profillerine bakıldığında olgunlaşmanın 30. gününde deve kimosini ile koagüle edilen peynirlerin daha yüksek konsantrasyonda pik verdiği gözlemlenirken, olgunlaşmanın 75. gününde ise bazı peptidlerin deve kimosini ile koagüle edilen peynirlerde daha düşük konsantrasyonda pik verdiği tespit edilmiştir.

Tekstür Profil Analizler (TPA) değerlerine bakıldığında peynirlerin sertlik değeri üzerinde salamuradaki tuz konsantrasyonunun etkili olduğu saptanmıştır. Salamuradaki tuz konsantrasyonu arttıkça (%9, %12 ve %14), peynirlere ait sertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda deve kimosini ile koagüle edilen peynirlerin, buzağı kimosini ile koagüle edilen peynirlerin sertlik değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Deve ve buzağı kimosini ile üretilerek farklı konsantrasyondaki salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerde, salamuralarda ve peyniraltı sularında bulunan kalıntı enzim aktivitesi değerlendirilmiştir. Deve kimosini ile koagüle edilen peynirlerin daha düşük kalıntı enzim aktivitesine sahip olduğu, bunun nedeninin peyniraltı suyuna geçen kalıntı enzim miktarının deve kimosini ile koagüle edilen peynirde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Salamuradaki tuz konsantrasyonunun, peynirdeki ve salamuradaki kalıntı enzim aktivitesini etkilenmediği belirlenmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, deve kimosini ve buzağı kimosini ile koagülasyonun ve salamuradaki tuz konsantrasyonunun Beyaz peynirin bileşim, proteoliz ve yapısal özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Deve kimosini ile koagüle edilecek Beyaz peynir için %12'lik salamura konsantrasyonu ile buzağı kimosini ile koagüle edilecek Beyaz peynir için %14'lük salamura

konsantrasyonunun olgunlaşma süresince bileşim, proteoliz ve yapısal özelliklerinde benzerliklere neden olabileceği belirlenmiştir.

Deve kimozinin Beyaz peynir üretiminde kullanım olanaklarının araştırıldığı bu projede yapılan analizlerin yanısıra, olgunlaşma süresince mikrobiyolojik ve reolojik özelliklerinin de araştırılması tavsiye edilmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda, günlük tuz tüketiminin azaltılmasının sağlık üzerine faydalarının tartışıldığı bu günlerde deve kimozi ile peynir üretiminin daha düşük konsantrasyonda tuz kullanımını sağlaması yönünden tercih edilmesini sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Akalın, A.S., ve Karaman, D. (2010). Influence of packaging conditions on the textural and sensory characteristics, microstructure and color of industrially manufactured Turkish White cheese during ripening. *J. Texture Stud.* **41**, 549-562
- Alichanidis, E., Polychroniadou, A. and Tzanetakis, N. (1981). Teleme cheese from deep-frozen curd. *J. Dairy Sci.* **64**(5), 732-739.
- Alichanidis, E. (2007). Cheese ripened in brine (pp: 330-336). In: McSweeney, P.L.H. (Ed.). *Cheese problems solved*. Woodhead publishing Ltd., Cambridge.
- Andrews, A.T. (1983). Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins. *J. Dairy Res.* **50**, 45-55.
- Ardö, Y., Polychroniadou, A. (1999). *Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese*. COST 95, Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- Bansal, N., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (2009a). Comparison of the level of residual coagulant activity in different cheese varieties. *J Dairy Res.* **76**,290–293.
- Bansal, N., Drake, M. A., Piraino, P., Broe, M. L., Harboe, M., Fox, P. F., et al. (2009b). Suitability of recombinant camel (*Camelus dromedarius*) chymosin as a coagulant for cheddar cheese. *Int. Dairy J.* **19**, 510-517.
- Bassette, R. and Acosta, J. S. (1999). Fundamentals of dairy chemistry (pp: 58-59). In: Wong, P. N. (Ed.), Jenness, R., Keeney, M. and Marth, E. (Assoc. Ed.). *Composition of Milk Products*. An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.

- Børsting, W. M., Qvist, K. B. & Ardö, Y. (2014). Influence of pH on retention of camel chymosin in curd. *Int. Dairy J.* **38**,133-135.
- Blakesley, R.W. & Boezi, J.A. (1977). A new staining technic for proteins in Polyacrylamide gels using Coomassie brilliant blue G250. *Anal. Biochem.* **82**, 580-582.
- Caric, M. (1987). Mediterranean cheese varieties: ripened cheese varieties native to the Balkan countries (pp. 257-276). In: P.F. Fox. (Ed.). *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. Vol.2, Elsevier Applied Science. London.
- Cinbaş, T., Kılıç, M. (2005). Proteolysis and lipolysis in white cheeses manufactured by two different production methods. *Int. J. Food Sci. Technol.* **40**, 1-8.
- Creamer, L. K., Zoerb, H. F., Olson, N. F., and Richardson, T. (1982).Surface hydrophobicity of α_{s1} -1, α_{s1} -casein A and B and its implications in cheese structure. *J. Dairy Sci.* **65**, 902-906.
- Çakmakçı, S., & Kurt, A. (1993). Salamura tuz oranı ve olgunlaşma süresinin CaCl_2 ve lesitin ilavesiyle üretilen Beyaz salamura peynir kalitesine etkisi. *Gıda*, **18**(1), 21–28.
- de Jong L. (1976). Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 1. Proteolysis and consistency of “ Noordhollandse Meshanger” cheese. *Neth. Milk Dairy J.* **30**, 242-253.
- de Jong L. (1977). Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 2. The influence of the rennet concentration. *Neth. Milk Dairy J.* **31**, 314-321.
- Dağdemir E., Çelik S., Özdemir S. (2003). The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White cheese. *Int. J. Dairy*, **56** , 215-218.
- 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 Acad. Sci. Eng. Technol.* **66**,844-849

Fields, R. (1971). The measurement of amino groups in proteins and peptides. *Biochem. J.* **124**, 581–590.

Foltmann, B. (1969). "Prochymosin and chymosin (prorennin and rennin)". *Biochem J.* November, **115**(3), 3–4.

Fox, P.F. (1963). Potentiometric determination of salt in cheese. *J. Dairy Sci.* **46**, 744-745.

Fox, P. F. (1989). Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci.* **72**(6), 1379–1400.

Fox, P. F., O'Connor, T. P., McSweeney, P. L. H., Guinee, T. P., & O'Brien, N. M. (1996a). Cheese: Physical, chemical, biochemical and nutritional aspects. *Adv. Food Nutr. Res.* **39**, 163-328.

Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (1996b). Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews Int.* **12**(4), 457–509.

Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (1997). Rennets, their role in milk coagulation and cheese ripening (pp:1-49). In: B. A. Law (Ed.), *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*. Blackie Academic & Professional, London.

Fox, P.L and McSweeney, P.L.H (1998). Significance of non-starter lactic acid bacteria in cheddar cheese, *Aust J. Dairy Technol.* ,**53** (2), 83-89.

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., and McSweeney, P.L.H. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

- Giroux, H. J., Bouchard, C., & Britten, M. (2014). Combined effect of renneting pH, cooking temperature, and dry salting on the contraction kinetics of rennet-induced milk gels. *Int. Dairy J.* **35**, (2014) 70-74.
- Govindasamy-Lucey, S., Lu, Y., Jaeggi, J.J. (2010). Impact of camel chymosin on the texture and sensory properties of low-fat cheddar cheese. *Australian J Dairy Technol.* **65**(3), 139-142.
- Guinee, T.P., Fox, P.F., (1987). Salting in cheese. Physical, chemical and biological aspects, (pp. 251–297). In: Fox, P.F. (Ed.), *Cheese: Chemistry Physics and Microbiology*, Elsevier Applied Science, London, UK.
- Guinee, T. P., Wilkinson, M.G., (1992), Rennet coagulation and coagulants in cheese manufacture. *Int. J. Dairy Technol.*, **45**, 94-100
- Guinee, T.P.(2003). Salting and the role of salt in cheese. *Int J Dairy Technol.*, **57**(2-3), 99-109
- Guinee, T.P., O'Kennedy, B.T., (2007) Reducing salt in cheese and dairy spreads. *Food Sci. Tech. and Nutr.* **138**, 316-357.
- Güler, Z., Uraz, T. (2004). Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste and odour) of traditional Turkish white cheese. *J. Soc. Dairy Technol.* **57**; 237-242.
- Gürsoy, A., Gürsel, A., Şenel, E., Deveci, O., Karademir, E. (2001). Yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynir üretiminde *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kültürlerinin kullanımı, (269-278). *GAP II. Tarım Kongresi*, Şanlıurfa, Ekim 24-26, 2001.
- Güven, M., & Karaca, O. B. (2001). Proteolysis levels of White cheeses salted and ripened in brines prepared from various salts. *Int. J. Dairy Technol.* **54**(1), 29–33.

- Güven, M., Yerlikaya, S. and Hayaloğlu, A.A., (2006). Influence of salt concentration on the characteristics of Beyaz cheese, a Turkish white-brined cheese, *Lait*, **86**, 73–81.
- Hannon, J. A., Lopez, C., Madec, M. –N., & Lortal, S. (2006). Altering renneting pH changes microstructure, cell distribution, and lysis of *Lactococcus lactis* AM2 in cheese made from ultrafiltered milk. *J. Dairy Sci.*, **89**, 812-823.
- Hayaloğlu, A.A, Güven M., Fox, P.F. (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese ‘Beyaz Peynir’, *Int. Dairy J.* **12**, 635–648.
- Hayaloğlu, A.A, Güven M., Fox, P.F., Hannon, J.A. and McSweeney, P.L.H., (2004). Proteolysis in Turkish White brined cheese made with defined strains of *Lactococcus*. *Int. Dairy J.* **14**, 599–610.
- Hayaloğlu, A. A., Güven, M., Fox, P. F., McSweeney P.L.H., (2005). Influence of starters on chemical, biochemical and sensory changes in Turkish White-Brined cheese. *J. Dairy Sci.* **88**, 3460-3467.
- Hayaloğlu A.A., (2007). Comparisons of different single-strain starter cultures for their effects on ripening and grading of Beyaz cheese. *Int. J. Food Sci. Technol.* **42**: 930-938.
- Hurley, M.J., O’Driscoll B.M., Kelly A.L., McSweeney P.L.H. (1999). Novel assay for the determination of residual coagulant activity in cheese. *Int. Dairy J.* **9**, 553–558.
- IDF. (1993). Determination of nitrogen content. Standard 20B, International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- Jensen, J. L., Molgaard, A., Poulsen, J. C. N., Harboe, M. K., Simonsen, J. B., Lorentzen, A. M., et al. (2013). Camel and bovine chymosin, the

relationship between their structures and cheese-making properties. *Acta Crystallographica Section D-Biological Crystallography*, **69**, 901-913.

Karakus, M. (1994). Beyaz peynirden izole edilen laktik asit bakterilerinin asit olusturma ve proteolitik aktiviteleri. *Gida*, **19**(4), 237–241.

Karakus, M. (1995). Beyaz peynirden izole edilen laktik asit bakterilerinin bazı enzimatik ozellikleri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **19**(1), 73–78.

Kappeler, S.R., van den Brink, H.J.M., Rahbek-Nielsen, H. Farah, Z., Puhon, Z., Hansen E.B., and Johansen, E. (2006). Characterization of recombinant camel chymosin reveals superior properties for the coagulation of bovine and camel milk, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **342**, 647–654.

Katsuda, Y., Kemmochi, Y., Maki, M., (2014) Physiological changes induced by salt intake in female Spontaneously Diabetic Torii-Lepr(fa) (SDT fatty) rat, a novel obese type 2 diabetic model. *Anim. Sci. J.*, **85**(5), 588-594.

Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese, *Food chem.* **88**, 381–388.

Kayagil, F., Candan, G. (2009). Effects of starter culture combinations using isolates from traditional cheese on the quality of Turkish white cheese. *Int. J. Dairy Technol.* **62**(3): 387-396.

Kırmacı, H., Hayaloğlu, A.A., Özer, B., Akkoç, N. (2011). Proteolytic properties of Turkish white-brined cheese (Beyaz peynir) made by using wild-type Lactococcal strains. *Int J. Dairy Technol.* **64**, 394-401.

Koçak, C., Güzel Seydim, Z. B., (2011), Kazein kimyası ve sütün pıhtılaştırma mekanizması (pp:60-73). Hayaloğlu, A.A., Özer, B., (Ed.), *Peynir Biliminin Temelleri*, Sidas Medya, İzmir.

- Kristiansen, K.R., Deding A.S., Jensen D.F., Ardo Y., Quvist K.B., (1999) .Influence of salt content on ripening of semi-hard round eyed cheese of Danbo-type, *Milchwissenschaft*. **54**, 19–23.
- Kotchen, T.A., Cowley, A.W., Frochilic, E.D (2013). Salt in health and disease-a delicate balance reply. *New England J. Medicine*. **368**(26), 2531-2532.
- Kuchroo, C.N; Fox, P. F. (1982). Soluble nitrogen of Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*; **37**, 331–335.
- Kurt, A., Özdemir, S. (1995). Fakli dozlarda Hidrojen Peroksit (H₂O₂) ve Potasyum Sorbat katılarak muhafaza edilmiş koyun sutlerinden yapılan Beyaz peynirlerin randimani ve bilesimi. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* **19**(1), 51–57.
- Lucey, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* **85**, 281–294.
- McSweeney, P.L.H. (2004a). Biochemistry of cheese ripening. *J. of Dairy Technol.* **57**, 127-144.
- McSweeney, P.L.H. (2004b). *Biochemistry of cheese ripening*, (pp: 347-360). Vol. 1 (Eds: Fox, McSweeney, Cogan Guinee), Elsevier Applied science, Amsterdam.
- McSweeney, P.L.H., Hayaloglu, A.A., O'Mahony J.A., Bansal N. (2006). Perspectives on cheese ripening. *Australian J. Dairy Technol.* **61**(2), 69-77.
- Mohanty, A.K., Mukhopadhyay, U.K., Grover S., Batish V.K. (1999). Bovine chymosin: Production by rDNA technology and application in cheese manufacture. *Biotechnol. Adv.* **17**, 205-217.

- Motawee, M.M, McManus, W.R. and McMahon D.J.,(2009). Influence of brine concentration and tempeture on composition, microstructure, and yield of feta cheese. *J. Dairy Sci.* **92**(9), 4169-4179.
- Moynihan, A.C., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A., and McSweeney, P.L.H. (2014), Impact of camel chymosin on the texture, flavour and functionality of low moisture part skim Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* **97**(1),85-96.
- Møller, K. K., Rattray, F. P., Høier, E., & Ardö, Y. (2012). Manufacture and biochemical characteristics during ripening of Cheddar cheese with variable NaCl and equal moisture content. *Dairy Sci. & Technol.* **92**, 515-540.
- Najera, A.L., de Renobales, M; Barron, LJR (2003). Effects of pH, tempeture, CaCl₂ and enzyme concentrations on the rennet-clotting properties of milk multifactorial study. *Food Chem.* **80**(3), 345-35.
- Ong, L., Danastine, R., Kentish, S., and Gras, S., (2012). The effect of pH at renneting on the microstructure, composition and texture of Cheddar cheese, *Food Res. Int.* **48**, 119-130.
- Polychroniadou, A., (1988). A simple procedure using trinitrobenzenesulphonic acid for monitoring proteolysis in cheese. *J. Dairy Res.* **55**, 585-596.
- Saldamlı, İ. ve Kaytanlı, M., (1998). Utilisation of fromase, maxiren and rennilase as alternative coagulating enzymes to rennet in Turkish white cheese production. *Milchwissenschaft.* **53** (1): 22-25.
- Shalabi SI, Fox PF (1987). Electrophoretic analysis of cheese, comparison of methods. *Irish J. Food. Sci. Technol.* **11**: 135-151.
- Sousa, M., Ardö, Y., & McSweeney, P. L. H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.* **11**, 327-345.

- Swaigood, H. E. (1992). Review and Update of Milk Protein Chemistry. *J. Dairy Sci.* **75**, 89-95.
- Tolstoguzov, V.B., and Braudo, E.E. (1983). Fabricated foodstuffs as multicomponent gels. *J. Texture Stud.* **14**, 183-212.
- TGK, (2015/6). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Resmi Gazete, sayı 29361.
- TUİK (2013). <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13562> (20.05.2014)
- Tunçtürk, Y., Yarımbatman, S. (2005). Peynirde proteoliz tipine ve oranına etki eden faktörler. *Gıda*, **30** (1), 9-14.
- Uraz, T., & Şimşek, B. (1998). Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda*, **23**(5), 371–375.
- Uraz, T., & Gencer, N. (2000). Beyaz peynirde kalıp büyüklüğü ve salamura miktarının tuz alımı üzerine etkisi. *Turk J. Agric Forest.* **24**(5), 621–628.
- Woodruff, S.J., Fryer, K., Campbell T.Y. (2014), Associations among blood pressure, salt consumption and body weight status of students from South-western Ontario. *Public Health Nutr.* **17** (5), 1114-1119.
- Yıldırım, Z., Atamer, M., ve Yıldırım, M.,(2011), Peynirde Kalite Faktörleri (417-457). Hayaloğlu, A.A., Özer, B., (Ed.), Peynir Biliminin Temelleri, Sidas Medya, İzmir

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Sevil ERGÜL

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya/07.10.1987

Adres:

- Yavuz Selim Mah. Oğuz Kaan Cad.

Yakınca Konakları 20/20 Yakıncıkent/ Malatya

E-Posta: sevilergul@gmail.com / svlrgul@hotmail.com

Lisans:

- İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü (2009)

Yüksek Lisans:

- İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

İşletme Anabilim Dalı (2011)

- İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda

Mühendisliği Anabilim Dalı (2015)

Doktora:

- İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

İşletme Anabilim Dalı (2012- Devam)

Mesleki Deneyim :

- Su Danışmanlık, Proje yazarı (2009-2010)
- Mirefe Süt Fabrikası, Üretim müdürü (2010-2011)