

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEVE KİMOZİNİ VE ŞİRDEN MAYASI KARIŞIMININ BEYAZ
PEYNİRİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Pınar GÜMÜŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MALATYA
AĞUSTOS 2015**

Tezin Başlığı: Deve Kimozini ve Şirden Mayası Karışımının Beyaz Peynirin Bazı Kalite Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması

Tezi Hazırlayan: Pınar GÜMÜŞ

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 “**Deve kimosini ve şirden mayası karışımının beyaz peynirin bazı kalite özelliklerine etkilerinin araştırılması**” 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.

Pınar GÜMÜŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEVE KİMOZİNİ VE ŞİRDEN MAYASI KARIŞIMININ BEYAZ PEYNİRİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Pınar GÜMÜŞ

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

xii + 77 sayfa

2015

Danışman: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada, farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozi karıştırılarak (%0, %25, %50, %75 ve %100) Beyaz peynir üretilmiş ve 90 gün süreyle olgunlaşmaya tabi tutulmuştur. Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma boyunca kimyasal bileşimleri, protein hidrolizi, kalıntı enzim aktivitesi, toplam serbest amino asit miktarları, eriyebilirliği, tekstürel, mikro yapısal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Peynirlerin kimyasal bileşimleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Enzim karışımının olgunlaşma süresince peynirlerin proteoliz seviyeleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın sonunda yüksek oranda buzağı rennetinin kullanıldığı peynirde proteolizin daha yüksek olduğu görülmüştür. Farklı oranlarda enzim kullanımının protein elektroforezine ve peptit profillerine önemli ölçüde yansımadağı görülmüştür. Peynirlerin eriyebilirlik durumunun enzim karışımı ile önemli ölçüde etkilendiğı, ancak peynirlerin mikroyapısında çok az değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Enzim karışımının peynirlerin kalıntı enzim aktivitesi ve sertlik değerleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm peynirlerin duyuşal özellikleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, buzağı rennetinin yüksek oranda kullanılarak üretildiğı peynirlerde deve kimozi kullanılarak üretilen peynirlere oranla daha yüksek proteoliz ve eriyebilirlik değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir; süt pıhtılaştırıcı enzimler; proteoliz, buzağı renneti, deve kimozi

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECTS OF BLENDS OF CAMEL CHYMOSIN AND CALF RENNET ON QUALITY CHARACTERISTICS OF BEYAZ PEYNİR

Pınar GÜMÜŞ

Inonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

xii + 77 Pages

2015

Supervisor: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

In this study, Beyaz peynir was manufactured by using different blends of calf rennet or camel chymosin (0%, 25%, 50%, 75% ve 100%) and the experimental cheeses were ripened for 90 days. The cheeses were evaluated in terms of chemical composition, protein hydrolysis, residual coagulant activity, total levels of free amino acids, meltability, textural, microstructure and sensory properties during 90 days of ripening. Differences in the gross chemical composition of these cheeses were statistically significant for all types of cheeses. The levels of proteolysis were highly dependent on the usage of coagulant in different rates during ripening. Higher proteolysis was observed in the cheeses made using high content in calf rennet. Electrophoresis of proteins and peptide profiles of the cheeses were not influenced by the usage of enzyme in different amounts. Meltability of the cheeses was significantly affected by the different blends of enzyme. However, different amounts of coagulant had a slight effect on the microstructure of cheeses. Residual coagulant activity and hardness of the cheeses were also influenced by different amounts of the coagulant. There was no significant difference among sensory properties of the cheeses. In conclusion, cheeses made using high level of calf rennet provided higher level of proteolysis and meltability than cheeses made using high content of camel chymosin.

Keywords: Beyaz peynir; milk-clotting enzymes; proteolysis, calf rennet, camel chymosin.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, araştırma konumun seçilmesinde, planlanmasında ve yürütülmesinde bana yardımcı olan değerli hocam sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na, çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Didem ŞAHİNGİL, Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÖTEN ve Yrd. Doç. Dr. Hidayet SAĞLAM'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Projeyi maddi olarak destekleyen (Proje no: 2014/06) İnönü Üniversitesi Rektörlüğüne, Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı çalışanlarına teşekkür ederim. Ayrıca araştırmalarım süresince yakın ilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen, aynı şekilde tez çalışmam sürecinde bana yardımcı olan değerli Yüksek lisans ve Doktora öğrencisi arkadaşlarım Osman Seracettin BORAN, Arş. Gör. Hacer GÜRKAN, Yasemin GÖKÇE ve başta bölüm hocalarım olmak üzere, bu süreçte bana destek olan herkese teşekkürü bir borç bilirim. Hayatımın her döneminde verdikleri maddi-manevi destek ile yanımda olan başta canım babam Halil GÜMÜŞ, biricik annem Fadime GÜMÜŞ ve sevgili abilerim Battal Şener GÜMÜŞ ile Taner GÜMÜŞ'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Süt Proteinleri ve Kazeinin Yapısı	4
2.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Özellikleri	6
2.2.1. Bitkisel Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler.....	6
2.2.2. Mikrobiyal Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler	6
2.2.3. Hayvansal Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler	7
2.3. Sütün Enzimle Pıhtılaşma Mekanizması	8
2.4. Peynirde Olgunlaşma	9
2.5. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerle İlgili Çalışmalar	10
2.5.1. Beyaz Peynirde Farklı Enzim Kullanımı İle İlgili Çalışmalar	10
2.5.2. Enzim Çeşidinin Peynirin Olgunlaşmasına Etkisi Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Peynir Üretimi	16
3.2.2. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler	17
3.2.3. Peynir Analizleri	19
3.2.3.1. Bileşim Analizleri	19
3.2.3.2. Peynirdeki Azotlu Madde Fraksiyonlarının Ayrılması ve Proteoliz	19

3.2.3.3. Eriyebilirlik Testi	21
3.2.3.4. Tekstür Profil Analizi.....	21
3.2.3.5. Elektron Mikro Fotoğrafi (SEM)	22
3.2.3.6. Kalıntı Enzim Aktivitesi.....	22
3.2.3.7. Duyusal Analizler.....	23
3.2.3.8. İstatistiksel Analizler.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Çiğ Sütün Bileşimi	25
4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimi	26
4.3. Beyaz Peynirlerin Kimyasal Bileşimleri	27
4.3.1. Peynirlerin pH Değerleri	27
4.3.2. Peynirlerin Titrasyon Asitliği Değerleri.....	28
4.3.3. Peynirlerin Toplam Kuru Madde Oranları	32
4.3.4. Peynirlerin Yağ Oranları	33
4.3.5. Peynirlerin Tuz Oranları.....	34
4.4. Beyaz Peynirlerde Meydana Gelen Proteoliz.....	36
4.4.1. Peynirlerin Toplam Protein Oranları	36
4.4.2. Peynirlerin pH 4.6’da Çözünen Azot Oranları	37
4.4.3. Peynirlerin %12 Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranları.....	39
4.5. Peynirlerin Elektroforetik Analizleri.....	40
4.6. Ters-Faz Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (RP-HPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri	44
4.7. Peynirlerin Toplam Serbest Aminoasit Değerleri	46
4.8. Peynirlerin Eriyebilirlik Değerleri.....	48
4.9. Peynirlerin Tekstür Profil Analizleri (TPA).....	50
4.9.1. Sertlik	51
4.9.2. İç Yapışkanlık	52
4.9.3. Elastiklik.....	54
4.9.4. Sakızımsılık.....	56
4.10. Peynirlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntüleri	57
4.11. Peynirlerin Kalıntı Enzim Aktivitesi.....	59

4.12. Peynirlerin Duyusal Özellikleri.....	61
4.12.1. Renk ve Görünüş.....	61
4.12.2. Yapı ve Tekstür	63
4.12.3. Tat ve Koku.....	64
4.12.4. Genel Kabul Edilebilirlik	65
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Kazein miseli yapısı	5
Şekil 2. 2. Kimozin enzimin şematik yapısı	7
Şekil 2. 3. Pıhtı Oluşumu	9
Şekil 3. 1.Beyaz peynir üretimi.....	19
Şekil 4. 1.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri.....	28
Şekil 4. 2.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri.....	30
Şekil 4. 3.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam kuru madde oranları	33
Şekil 4. 4.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam yağ değerleri.....	34
Şekil 4. 5.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam tuz değerleri.....	35
Şekil 4. 6.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam protein oranları	37
Şekil 4. 7. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan pH 4.6’da çözünen azot oranları	38
Şekil 4. 8.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan %12 TCA’da çözünen azot oranları	40
Şekil 4. 9.Beyaz peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramları.....	43
Şekil 4. 10.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan üre-PAGE dendrogramı	44
Şekil 4. 11.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan RP-HPLC peptit profilleri	45

Şekil 4. 12.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan Toplam serbest aminoasit değerleri.....	47
Şekil 4. 13.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan eriyebilirlik değerleri.....	49
Şekil 4. 14.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan sertlik değerleri.....	51
Şekil 4. 15.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan iç yapışkanlık değerleri.....	53
Şekil 4. 16.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan elastiklik değerleri.....	55
Şekil 4. 17.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan sakızimsılık değerleri.....	57
Şekil 4. 18. Beyaz peynirlerin SEM görüntüleri (10000×)	59
Şekil 4. 19. Peynirlerin kalıntı enzim aktivitesi değerleri	61
Şekil 4. 20.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan renk ve görünüş değerleri.....	62
Şekil 4. 21.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan yapı ve tekstür değerleri.....	64
Şekil 4. 22.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan tat ve koku değerleri.....	65
Şekil 4. 23.Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan genel kabul edilebilirlik değerler.....	66

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3. 1. Peynirlerin duysal değerdendirme formu	23
Çizelge 4. 1. Çiğ Sütün Bileşimi	25
Çizelge 4. 2. Peyniraltı Sularının Bileşimleri	27
Çizelge 4. 3. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri	31
Çizelge 4. 4. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin Toplam serbest amino asit değerdleri (507 nm'deki absorbans)	46
Çizelge 4. 5. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin eriyebilirlik değerdleri (mm)	49
Çizelge 4. 6. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin sertlik değerdleri (N)	51
Çizelge 4. 7. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin İç yapışkanlık değerdleri	54
Çizelge 4. 8. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin Elastiklik değerdleri	55
Çizelge 4. 9. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin sakızimsılık değerdleri (N)	57
Çizelge 4. 10. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin kalıntı enzim aktivitesi (Ürün yüzde alanı)	60
Çizelge 4. 11. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin duysal değerdleri	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

α_{s1}	: Alfa-s ₁
α_{s2}	: Alfa-s ₁
β	: Beta
κ	: Kappa
μ	: Mikro
CN	: Kazein
mL	: Mililitre
NaCN	: Sodyum kazeinat
RCA	: Kalıntı enzim aktivitesi
RP-HPLC	: Ters faz-yüksek performanslı sıvı kromatografisi
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
SN	: Çözünen azot
TCA	: Trikoloroasetik asit
TFAA	: Toplam serbest amino asit
TP	: Toplam protein
TPA	: Tekstür profil analizi
üre-PAGE	: Üre-poliakrilamid jel elektroforez

1. GİRİŞ

Peynir, farklı disiplinlerde çalışan bilim insanlarının en çok ilgisini çeken bu nedenle üzerinde en çok bilimsel çalışma yapılan süt ürünüdür. Genel anlamda peynir; sütün doğrudan ya da pastörize edildikten sonra, pıhtılaştırıcı enzimler ve/veya organik asitlerce pıhtılaştırılmasını takiben, belirli mekanik işlemlerin uygulanması sonucu elde edilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilebilen, çeşidine göre değişen renk, koku, tat ve aroması olan bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Hayaloğlu, 2003; Topçu, 2004). Türkiye’de 50’den fazla peynir çeşidi üretilmekte olup, ekonomik ve üretim miktarı açısından en önemlileri Beyaz, Kaşar, Tulum, Otlu, Dil, Mihaliç, Çerkez, Çökelek, Civil ve Lor peynirleridir. Bu peynirlerden Beyaz peynir en fazla üretilen ve tüketilen peynir çeşididir (Hayaloğlu vd. 2002).

Yıllar itibariyle üretimine paralel olarak tüketiminde de artış görülen ve en yüksek pazar payına sahip peynir çeşidi Beyaz peynirdir. Süt ürünleri üretimi içinde önemli yere sahip olan peynir üretimi ülkemizde 2013 yılında bir önceki yıla göre %6.4 oranında artarak yaklaşık 600 bin ton olmuştur. AB Ülkelerinde ise bu üretim yaklaşık 8.5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye bu üretimi ile AB Ülkeleri arasında 6. sırada yer almaktadır (USK 2013; TÜİK 2014).

Yumuşak yapıda, tuzlu ve hafif asidik tada sahip, salamurada olgunlaştırılan bir peynir çeşidi olan Beyaz peynirin en önemli özelliği genellikle kübik (7×7×7 ya da 7×7×10) ebatlarda olmasıdır. Bu şekilde kalıplanan peynirler yaklaşık 1 gece salamurada tutulup (%14-16) 3 ay olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulmaktadır. Beyaz peynirin, beklenen tat, aroma ve ürün güvenilirliği kazanabilmesi için iki aydan fazla bir süre olgunlaşmaya tabi tutulması önerilmektedir (Hayaloğlu vd. 2002; Şahingil, 2012).

Olgunlaşma sırasında mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir. Olgunlaşma süresince ortaya çıkan proteoliz, lipoliz ve glikoliz reaksiyonları sonucunda peynir çeşidine özgü tat-koku ve tekstürel özellikler gelişmektedir. Glikoliz ve lipoliz birkaç peynir çeşidinde (örneğin İtalyan sert peynirleri, İsviçre tipi peynirler) önemliyken, proteoliz hemen hemen tüm peynir çeşitlerinin tat,

aroma ve tekstür oluşumunda oldukça önemli paya sahiptir. Peynir konusunda yapılan bilimsel çalışmaların tamamına yakınında proteoliz takip edilmekte ve peynirin olgunluk durumu bu sonuçlara göre belirlenmektedir. Glikoliz, peynir üretiminden sonra birkaç gün içinde büyük oranda tamamlanırken, lipoliz ve proteoliz olgunlaşma boyunca devam etmekte, bu reaksiyonlar zinciri peynirlerin değerlendirilmelerinde birer kalite faktörü olarak ortaya çıkmaktadır (Hayaloğlu, 2003; Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Olgunlaşmada payı olan bu üç tepkime içerisinde en önemlisi proteolizdir (Fox ve McSweeney, 1996; Hayaloğlu, 2003; Topçu, 2004; Yaşar, 2007). Proteoliz; kimozen, pepsin ve mikrobiyal proteazlar gibi pıhtılaştırıcı enzimler, süt enzimleri (plazmin, katepsin D ve somatik hücre proteazları), starter ve starter olmayan bakteri enzimlerinin katkılarıyla gerçekleştirilmektedir (Sousa vd. 2001). Pıhtılaştırıcı enzimler, çoğunlukla proteolitik aktiviteye sahip seçilmiş proteinazların ham preparatlarıdır (Okur vd. 2007).

Dünyada üretilen peynirlerin çoğu, körpe buzağının midesinin dördüncü bölümünden çıkarılan enzim ekstraktları kullanılarak üretilmektedir. Rennet olarak bilinen ve aspartik proteinaz içeren bu ekstrakt, peynir üretiminde sütün pıhtılaşmasında kullanılan enzim preparatının genel adı olup, iki proteolitik enzimden oluşmaktadır. Bunlar kimozen (88-94%) ve pepsin (6-12%) dir (Broome ve Limsowtin., 1998; Jensen vd. 2013).

Süt pıhtılaştırma aktivitesi ile genel proteolitik aktiflik özelliği arasındaki oran süt pıhtılaştırma enziminin kalitesini göstermektedir. Bu değer ne kadar yüksek ise rennetin de o kadar iyi olduğu ifade edilmektedir ve bu konuda bilinen diğer rennet enzimlerine göre kimozenin daha kuvvetli olduğu bilinmektedir. Deve kimozeninde bu oran sığır kimozenine göre 7 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir (%70 daha yüksek pıhtılaşma aktivitesi ve %25 genel proteolitik aktiflik) (Kappeler vd. 2006; Dervişoğlu vd. 2006; Jensen vd. 2013). Peynir tüketiminin artmasına karşılık şirden mayası üretimindeki azalış, yetersizlik ve fiyat artışı nedeniyle alternatif pıhtılaştırıcılar üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla hayvansal, bitkisel, mikrobiyal ve gen teknolojisi ile üretilmiş mayalar tek başlarına veya şirden mayasıyla değişik oranlarda karıştırılarak farklı tip peynirlerin üretiminde kullanılmıştır (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Bu çalışmada, buzağı rennetinin proteolitik, deve kimozerinin pıhtılaştırma gücünü birleştirmek amacıyla, bu iki enzim farklı oranlarda (0:1.0, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25 ve 1.0:0) karıştırılarak peynir üretilmiş ve olgunlaşma sırasındaki bazı kalite parametreleri takip edilerek, Beyaz peynir için en uygun karışımın bulunması hedeflenmiştir. Araştırmada, deve kimozerini ve buzağı renneti karışımlarının Beyaz peynir randımanına, peynirin proteolizine ve pıhtılaştırma yeteneğine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda; üretilen peynirlerin kimyasal bileşimleri, proteoliz değerleri (elektroforetik jel görüntüleri, HPLC peptid profilleri ve çözünür azot fraksiyonları), toplam serbest aminoasit değerleri, kalıntı enzim aktiviteleri, yapısal (tekstür, eriyebilirlik, SEM), ve duyuusal özellikleri belirlenmiştir.

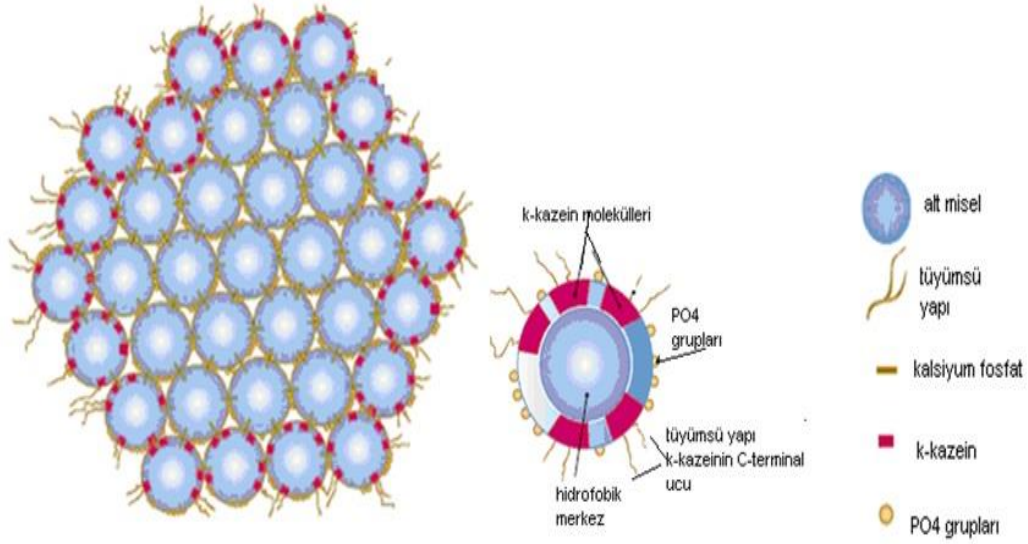
2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Süt Proteinleri ve Kazeinin Yapısı

Süt proteinleri, kazein ve serum proteinleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Serum proteinleri ise kendi aralarında albümin (α -laktalbumin, β -laktoglobulin, kan serum albümini), globülin (immunoglobülinler) ve proteoz-pepton olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Sütün esas proteini kazeindir. Asit ya da enzim ile koagüle olarak ayrılır ve yağsız sütün kazein uzaklaştırıldığında kalan süt serumu içerisinde yaklaşık %0.7 oranında protein bulunmaktadır. Bunlara serum proteinleri veya peynir üretimi sırasında peynir altı suyunda kaldıkları için peynir altı suyu proteinleri adı verilmektedir (Şenel, 2015).

İnek sütünün toplam azot içeriğinin yaklaşık olarak %80'ini oluşturan kazein, α_{s1} , α_{s2} -, β - ve κ -kazein olmak üzere birbirinden farklı özellik taşıyan 4 fraksiyondan meydana gelmektedir. Bu fraksiyonların oransal değerleri yaklaşık olarak sırasıyla %38, %10, %36 ve %12'dir (Fox vd. 2000; Lamothe vd. 2007; Hayaloğlu ve Özer, 2011). α_{s1} , α_{s2} - ve β -Kazein yüksek fosfat içeriklerinden dolayı Ca^{+2} ile kuvvetli bağ yapmaktadır. Ca^{2+} 6 mM'dan yüksek olduğunda α_{s1} -, α_{s2} - ve β -kazeinler moleküler stabilizasyonlarını kaybederek çökmektedir. κ -Kazein'in ise Ca^{+2} ile zayıf bağ yaptığı ve yüksek oranda Ca^{+2} bulunduğunda çözündüğü ifade edilmektedir. κ -Kazeinin aynı zamanda α_{s1} -, α_{s2} ve β -kazeinler ile hidrofobik olarak da tepkime verebildiği belirtilmektedir. κ -Kazein, kalsiyuma hassas olan kazeinleri kümeleşmeye karşı korumaktadır. Kalsiyum iyonlarına duyarlı olmayan κ -kazeini ağırlığının yaklaşık 10 katı kadar kalsiyum iyonlarına duyarlı kazeinleri stabilize edebilmekte ve diğer kazein fraksiyonlarını pıhtılaşmaya karşı koruyabilmektedir. Kazein miseli modelinde, κ -kazein genel olarak miselin dış yüzeyinde olmakla birlikte, kalsiyuma hassas α_{s1} -, α_{s2} - ve β -kazeinler miselin iç bölgelerinde yerleşim göstermektedir (Dervişoğlu vd. 2007). Kazein miselleri 10-15 nm çapında alt misellerden oluşmaktadır ve bu alt miseller kazein misellerinin yapıtaşlarıdır. Birbirlerine yakın alt miseller arasındaki iyonik bağlar kalsiyum köprüleri tarafından oluşturulmaktadır. Alt misellerin çekirdek kısmında α_{s1} -kazein ve β -kazein, yüzey kısmında ise çoğunlukla κ -kazein bulunmaktadır (Şenel, 2015).

κ -Kazeinin hidrofobik N-uç kısmı kalsiyuma hassas kazeinlerle hidrofobik bağ yapmaktayken, hidrofilik C- uç tarafı yüzeyden çıkıntı oluşturmaktadır. Kazein miselinin tüylü dış yapısını bu çıkıntılı hidrofilik kısmın oluşturduğu ifade edilmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011).



Şekil 2.1. Kazein miseli yapısı (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

κ -Kazein, kazein misellerinin birlikte kümeleşmesini önleyen dengeleyici bir etki göstermektedir. κ -Kazeinin parçalanması, pıhtılaşmayla sonuçlanan kazein miselinin üzerindeki dengeleyici faktörü yok etmektedir. Ancak bu gerçekleşmeden önce sütün κ -kazeininin neredeyse tamamının hidroliz edilmesi gerekmektedir (Broome ve Limsowtin, 1998). Kazein, öncelikle pıhtılaştırıcı enzimlerle ve az miktarda da plazmin ile büyük molekül ağırlığına sahip peptidlere, daha sonra laktik asit bakterileri ve ikincil starter enzimleri tarafından küçük molekül ağırlığına sahip peptidlere ve en sonunda da starter laktik asit bakterileri ve starter olmayan laktik asit bakterilerin peptidazları tarafından serbest aminoasitlere parçalanmaktadır (Lane vd. 1997; Sousa vd. 2001).

2.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Özellikleri

Süt pıhtılaştırma enzimleri uzun yıllardır araştırmaların konusu olmuştur. Peynir veriminde de süt pıhtılaştırma enzimlerinin etkisi çok önemlidir. Çoğu proteolitik enzim sütü pıhtılaştırmaktadır, fakat bu enzimlerin proteolitik aktiviteleri ile sütü pıhtılaştırma aktiviteleri, elde edilen kaynağa göre büyük değişiklikler göstermektedir. Peynir teknolojisinde sütün enzimatik yolla pıhtılaştırılmasında hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklardan sağlanan enzimler kullanılmaktadır. Bunların tamamı asit proteazlardır. Bu enzimler, hem sütün pıhtılaşmasını sağlamakta, hem de peynir olgunlaşması ve kalitesini belirgin ölçüde etkilemektedir (Emmons, 1990; Akın, 1996; Dervişoğlu vd. 2007; Yaşar, 2007).

2.2.1. Bitkisel Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler

Uzun zamandır bitkisel kaynaklı enzimler peynir yapımında pıhtılaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Pek çok aspartik ve diğer tip proteinazlar bitkilerden elde edilir. Bunların bir kısmı pıhtılaştırıcı olarak denenmiştir (*Benincasa cerifera*, *Calotropis procera*, *Dieffenbachia maculata*, *Solanum dobium*'un meyve kısımları, *Centaurea calcitrapa*, ve *Cynara cardunculus* çiçekleri). İncir (*Ficus carica*, fisin), yaban enginarı – kenger otu (*Cynara cardunculus L.*, *kardozin*), ananas (*Ananas sativa*) ve hintyağı tohumu (*Ricinus communis*) gibi bitkilerden elde edilen proteazların, sütü pıhtılaştırabildiği saptanmıştır. Papain, cardosin ve ficin gibi bazı bitkisel ekstraktlar sütü pıhtılaştırabilir proteolitik aktiviteye sahiptir (Sousa vd. 2001; Roseiro vd. 2003; Low vd. 2006). Hayvansal rennet kullanımına tüketicilerden gelen kısıtlamalardan dolayı bitkisel pıhtılaştırıcılara olan ilgi artmaktadır. Bitkisel enzimlerle yapılan peynirler çoğunlukla Akdeniz, Batı Afrika ve Güney Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır (Sousa vd. 2001; Roseiro vd. 2003; Low vd. 2006).

2.2.2. Mikrobiyal Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler

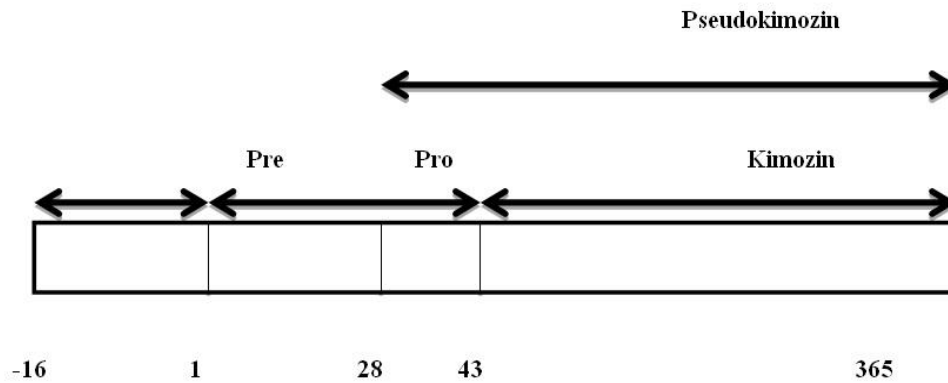
Geçmişten bugüne, hayvansal kaynaklı peynir mayası ihtiyacının karşılanmasındaki yetersizliklerden dolayı, buzağı renneti yerine geçebilecek uygun

peynir mayası üretimi için yoğun çalışmalar yapılmıştır (Akın, 2003). Mikrobiyal rennetler hem ekonomik hem de şirden mayası ile üretilen peynirlere yakın özellikte ürün vermektedirler. Bu nedenle, mikrobiyal kaynaklı enzimler süt pıhtılaştırıcı olarak buzağı renneti yerine kullanılabilecek uygun kaynaklardır (Üçüncü, 2004).

Sütü pıhtılaştırmak amacıyla rennet yerine kullanılan en yaygın mikrobiyal proteazlar; *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus* ve *Cryphonectria parasitica* gibi kaynakların mikrobiyal uygulamaları ile elde edilmekte ve şirden enzimine oldukça çok benzemektedirler (Sousa vd. 2001).

2.2.3. Hayvansal Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimler

Kimozin dışındaki hayvansal kaynaklı rennetlerden tripsin ve kimotripsin enzimleri iyi kalitede peynir vermediğinden bunlara göre daha iyi sonuçlar veren pepsin üzerinde çalışmalar yoğunlaşmakta ancak kimozin yerine veya onunla birlikte kullanılan pepsin enzimi, kimozin enzimine göre daha düşük pH'larda aktivite gösterdiği için sütün normal pH'sında pıhtılaşma süresinin uzamasına neden olmaktadır. Buna karşın proteolitik aktivitesi yüksektir. Dolayısıyla peynirlerde olgunlaşma süresince acı tat bileşenlerinin oluşumuna yol açmaktadır. Bu durum tek başına saf olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle en yaygın kullanılan kimozin (rennin) enzimidir (Pedersen vd. 1979; Mohanty vd. 1999; Dervişoğlu vd. 2007; Ulu, 2012).



Şekil 2.2. Kimozin enzimin şematik yapısı (Mohanty vd. 1999).

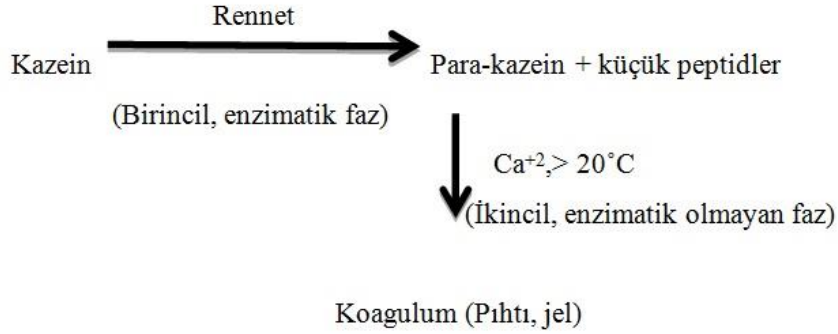
Şekil 2.2’de görüldüğü üzere kimozin 16 amino asitten oluşan, hücre zarında kimozinin salgılanmasında rol alan bir sinyal peptidinin de dahil olduğu preprokimozin olarak hücre içinde sentezlenmektedir. Bu sinyal peptid kısmı, prokimozin oluşturulurken parçalanarak ortadan kaybolmaktadır. Bunu 42 amino asitli pro- kısmı takip eder. Kimozin inaktif zimojen (prokimozin) şeklinde salgılanmaktadır. 365 amino asitten oluşan tek zincirli bir polipeptid olan prokimozin 40.777 Da molekül ağırlığına sahip bir propeptittir. Asidik pH’da öncül madde otokatalitik aktivasyonla süt pıhtılaştırıcı aktivite gösteren kimozin veya pseudokimozine dönüşmektedir. Pseudokimozin, kimozinden 15 aminoasit kalıntısı kadar daha uzundur. Prokimozin, asidik pH ortamı bulunan midede N-terminal ucunda bulunan 42 amino asitlik propeptid kısmını kaybederek aktif kimozin molekülünü oluşturmaktadır. Aktif kimozin 35.600 Da molekül ağırlığına sahiptir ve 323 aminoasitten meydana gelmektedir. Peynir yapımında kimozinin görevi miseli stabilize eden κ -kazeinin Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağınyı hidrolize ederek sütü pıhtılaştırmaktır. (Pedersen vd. 1979; Mohanty vd. 1999; Dervişoğlu vd. 2007; Ulusu, 2012).

2.3. Sütün Enzimle Pıhtılaşma Mekanizması

Sütün rennetle pıhtılaşması iki aşamada meydana gelmektedir (Şekil 2.3). Proteolitik aşama olarak adlandırılan birinci aşamada, kazein misellerinin stabilitesini sağlayan κ -kazeinin hidrolizi sonucunda para- κ -kazein ve glikomakropeptidler oluşmaktadır. Glikomakropeptid moleküllerinin kazein misel yüzeylerinden ayrılması sonucu κ -kazeininin stabil edici etkisi azalmaktadır. κ -Kazein molekülündeki glikomakropeptidlerin %90’ı bu şekilde ayrıldığında enzimatik proteoliz tamamlanmaktadır (Karatekin, 2014).

İkinci aşama ise, enzimatik olmayan aşama olarak ifade edilmektedir. Bu aşamada κ -kazein proteolizi ile stabilitesi bozulan kazein miselleri, 20°C’den daha yüksek sıcaklıklarda bir araya gelerek misel toplulukları oluşturmaktadır. Bu oluşumun gerçekleşebilmesi için κ -kazeinin %86’sının hidrolize edilmesi gerekmektedir. Bir kazein miseli üzerindeki para- κ -kazeinin pozitif yüklü gruplarıyla diğer misel üzerindeki κ -kazeinin negatif yüklü grupları arasındaki etkileşim, misellerin bir araya gelmesini

sağlamaktadır. Bu aşamada misel stabilitesinde rol oynayan kolloidal kalsiyum fosfat bağlarının ayrılması ve α_s -kazein ile β -kazeinin Ca^{+2} yardımıyla bağlanması sonucu aktivitesi artmakta, negatif yükte ise bir azalma meydana gelmekte ve sonuçta Ca-para-kazeinat oluşmaktadır. Bir süre sonra, yani misel toplulukları büyüdükçe pıhtılaşma gözle görülmeye başlamaktadır. Oluşan misel toplulukları bir ağ gibi birleşerek sertleşmekte ve şekil kazanarak pıhtıyı oluşturmaktadır (Fox vd. 2000; Hayaloğlu ve Özer, 2011; Karatekin, 2014). Sütün rennetle pıhtılaşmasındaki iki aşamanın şematik olarak gösterimi Şekil 2.3’de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Pıhtı Oluşumu (Fox vd. 2000).

2.4. Peynirde Olgunlaşma

Peynirde olgunlaşma her peynir çeşidinde karakteristik tat, aroma ve tekstürün oluştuğu biyokimyasal ve bazı kimyasal olayların gerçekleştiği kompleks bir reaksiyonlar dizisidir. Kendine has kalite özelliklerine sahip bir peynir üretimi için biyokimyasal olayların olgunlaşma süresince uygun bir şekilde devam etmesi

gerekmektedir (Fox vd. 2000; Sousa vd. 2001). Peynirin tat ve doku gelişiminde doğrudan rol oynayan ve peynirin olgunlaşması esnasında gerçekleşen proteoliz, kaynakları aşağıda belirtilen enzimler tarafından gerçekleştirilmektedir (Fox ve McSweeney 1996; Sousa vd. 2001).

1. Pıhtılaştırıcı enzimler (kimozen, pepsin, mikrobiyal ve bitkisel asit proteazları),
2. Sütün doğal enzimleri (plazmin ve çok az katepsin D ve diğer somatik hücre proteazları),
3. Starter bakterilerin enzimleri,
4. Starter olmayan bakterilerin enzimleri,
5. İkincil kültürlerin enzimleri (örneğin *Penicillium camemberti*, *P.roqueforti*, *Propionibacterium sp.*, *Brevibacterium linens* ve diğerleri),
6. Peynir olgunlaştırmasını hızlandırmak amacıyla dışarıdan katılan proteinaz ve peptidazlar.

2.5. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerle İlgili Çalışmalar

2.5.1. Beyaz Peynirde Farklı Enzim Kullanımı İle İlgili Çalışmalar

Sütün tedariki, üretim teknolojisi, kimyasal bileşimi ve mikroflorası, starterler ve enzimlerin kullanımı, olgunlaşma süresince meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal değişimleri gibi bazı yönlerden Beyaz peynirin araştırıldığı bir derlemede, Türk Beyaz peynirinin özellikleri Feta ve Domiati gibi diğer salamura peynirlerle kıyaslanmıştır. Bu derlemede Hayaloğlu vd. (2002) daha önceki çalışmalarda Beyaz peynirin kimyasal bileşimine odaklanıldığını, azot fraksiyonlarının karakterizasyonu, tat bileşikleri, reolojik ve mikrobiyolojik özelliklerin peynirin kalitesine etkisinin detaylı olarak çalışılmadığını ifade ederek, Beyaz peynir ile ilgili yapılacak olan araştırmaların olgunlaşma süresince tekstür, biyokimya ve mikroflorada meydana gelen değişimlerin karakterize edilmesi gerektiğini önermişlerdir (Hayaloğlu vd. 2002).

Beyaz peynir üretiminde ticari buzağı rennetine alternatif olarak rekombinant kimozen kullanım imkânlarının araştırıldığı bir çalışmada ticari dana renneti, rekombinant kimozen (*Aspergillus niger* var. *Awamori*) ve mikrobiyal rennet (*Rhizomucor miehei*) kullanılarak üretilen Beyaz peynir kimyasal ve duyusal özellikler açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda enzim çeşidinin titrasyon asitliği, kuru madde, tuz, azotlu maddeler ve koku hariç tüm duyusal özelliklerin üzerinde etkisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Çepoğlu ve Güler-Akın, 2013).

Kaya Yaşar (2011), çalışmasında buzağı rennetine alternatif olarak rennet macununun kullanıp Beyaz peynir üretip olgunlaştırarak peynirin kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini olgunlaşma boyunca incelemek amacıyla iki farklı Beyaz peynir üretmiştir. Çalışma sonunda, düşük proteolitik aktiviteye sahip olduğu için proteoliz kaynaklı acı tat oluşturmaması ve lipolitik aktivitesine bağlı olarak koku ve tada pozitif etkilerinden dolayı rennet macunun Beyaz peynir üretiminde kullanılabileceği önerilmiştir.

Karaca ve Güven (2004), çalışmalarında Beyaz peynirin özellikleri üzerine *Rhizomucor miehei*'den izole edilen ticari proteolitik ve lipolitik enzim ilavesinin ve olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesinin etkileri ve olgunlaşma süresindeki değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla, inek sütüne *Rhizomucor miehei* kaynaklı asit fungal proteaz ve/veya fungal esteraz lipaz ilave edilerek Beyaz peynir üretilmiş ve $+4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşma sıcaklığının etkisini belirlemek amacıyla da, mikrobiyal enzim kullanılmadan üretilen Beyaz peynirler 4 ve 12 $^{\circ}\text{C}$ 'de olgunlaştırılmışlardır ve enzim ilavesinin ve olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesinin peynirlerin kuru madde, yağ, tuz, protein, asitlik derecesi gibi başlıca bileşenleri üzerine istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı, ancak peynirlerin olgunlaşma katsayısı ve uçucu yağ asitleri içeriğinde önemli düzeyde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

2.5.2. Enzim Çeşidinin Peynirin Olgunlaşmasına Etkisi Konusunda Yapılan Çalışmalar

Bazı süt pıhtılaştırıcı enzimlerin koyun kazeini üzerinde proteolitik aktivitelerinin üre-PAGE ve RP-HPLC ile belirlendiği bir çalışmada; buzağı ve kuzu renneti, sığır kimozi ve pepsini ile *Rhizomucor miehei* ve *Cryphonectria parasitica* proteazlarının proteolitik aktivitelerini incelediklerinde, mikrobiyal enzimlerin hayvansal enzimlerden daha proteolitik olduğu ve en yüksek proteolizi *C. parasitica* proteazının, en düşük proteolizi ise kuzu rennetinin gösterdiğini bildirmişlerdir (Trujillo vd. 2000). *Cynara cardunculus* proteinazı ve kimozinin pıhtılaştırıcı enzim olarak kullanıldığı bir çalışmada bu iki enzimin farklı oranlarda (100:0, 50:50, 25:75 ve 0:100) kullanılmasıyla Cheddar peyniri elde edilmiştir. Yapısal bir farklılık bulunmayan peynirlerde; kimozin kullanılarak

Üretilen peynirler *C. cardunculus* proteinazı kullanılarak üretilen peynirlere oranla daha düşük düzeyde pH 4,6'da çözünen azot değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Üre-PAGE ile belirlenen elektroforezde α_{s1} -kazein parçalanması %100 kimozen kullanılarak yapılan peynirlerde daha düşük olduğu grlmtir. RP-HPLC ile belirlenen peptid profillerinde enzim konsantrasyonundaki farklılığın etkili olmadığı vurgulanmıştır (O'Mahony vd. 2003).

Sheehan vd. (2004), bir çalışmalarında, fermentasyonla üretilmiş kimozen, *Rhizomucor miehei* ve *Rhizomucor pusillus* proteinazları kullanarak yağı azaltılmış-düşük nemli Mozzarella peyniri üretmişlerdir. Enzim eidi Mozzarella peynirinin fonksiyonel özelliklerini etkilediği belirtilmiştir. Birincil proteolizin pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden önemli derecede etkilenmesine rağmen, enzim çeşidinin ısıtılmamı peynirde pıhtı sıklığını veya 180-200 °C'de ısıtılan peynirin akıcılığında önemli farklılıklara yol amadığı ifade edilmiştir.

Tejada vd. (2008), bitkisel pıhtılaştırıcı enzim ve buzağı renneti kullanarak üretilen keçi peynirinde olgunlaşma süresince primer ve sekonder proteolizi ile hidrofilik (HI) ve hidrofobik (HO) peptidlerde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bitkisel pıhtılaştırıcı ile üretilen peynirlerde buzağı renneti ile üretilen peynirlere göre kazein proteolizinin daha yoğun olduğu saptanmıştır. Hidrofilik ve hidrofobik konsantrasyonları ve HO/HI oranları bitkisel pıhtılaştırıcı ile yapılan peynirlerde daha fazla olduğu keçi peyniri üretiminde bitkisel pıhtılaştırıcı kullanımının olgunlamayı hızlandırabileceği ifade edilmiştir.

Bromelia hieronymi'nin ham meyvelerinden elde edilen yeni bir enzim preparatının sütü pıhtılatırdığı ve kazeini hidrolize edebildiği ifade edilmiştir. Bu enzim preparatının buzağı rennetine alternatif olarak kullanılabileceği ve peynir yapımı için uygun olduğu ileri srlmtir (Bruno vd. 2010). *Withania coagulans* meyvesinden elde edilen proteaz ekstraktı, saf kimozen ve fungal rennet ile karşılaştırmalı olarak İran Beyaz peynirinin proteolizine etkisi olgunlaşma süresince araştırılmıştır. pH 4.6'da çözünen azot değerleri ve re-PAGE elektroforetogramları hayvansal ve fungal rennet ile yapılane kıyasla *Withania coagulans* ile üretilen peynirlerde aşırı proteolizin ortaya çıktığını göstermiştir (Pezeshki vd. 2011).

Yapılan bir çalışmada peynir yapımında süt pıhtılaştırıcı olarak düşünülen oğlak (*Capra hircus*) şirdeni araştırılmıştır. Anyon değiştirici ve jel filtrasyon kromatografisi kullanarak yaklaşık 30 kat saflaştırılan bu enzim oğlak midesinde çıkarılmıştır. Saflaştırılmış enzim preparatı 55 °C'ye kadar aktivitesini sürdürdüğü, 30 °C'de maksimum aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Süt pıhtılaştırma aktivitesi pH arttığında azalırken, pH 5.5'te maksimum aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, oğlak kimozininin sığır kimozinine göre daha fazla ısıya dayanıklı olduğu sonucuna varmışlardır (Kumar vd. 2006).

Peynirde güçlü bir pıhtılaştırıcı kapasite ve düşük proteolitik aktivite sağlayan sığır kimozi peynir yapımında enzimatik pıhtılaşma için geleneksel olarak kullanılan bir bileşendir. Deve kimozi ile sığır kimozinin karşılaştırıldığı çalışmada, kapiler elektorefez ve RP LC-MS kullanılarak sığır- κ -kazein üzerinde sığır ve deve kimozinin hidrolizi kıyaslanarak bu reaksiyonun kinetik parametreleri belirlenmiştir. Para- κ -kazein ve kazein makro peptid üretmek için κ -kazeinin Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağı kırarak bu enzimlerin benzer proteolitik aktivite (spesifite) gösterdiği ifade edilmiştir. Her iki ürünün ilk oluşum oranları iki enziminde kinetik özelliğinin Michaelis-Menten modelini doğrulamıştır. Sığır kimozi ile kıyaslandığında deve kimozinin 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 gösterdiği sonucuna varılmıştır (Moller vd. 2012).

Cheddar tipi peynirlerin, fermentasyon yolu ile üretilmiş deve ya da buzağı kimozi ile üretildiği bir çalışmada bu enzimlerden herhangi biri ile yapılmış olan peynirler arasında pH ve bileşiminde önemli farklılıklar görülmemiştir. Ancak deve kimozi ile yapılan peynirde diğer peynire göre primer proteolizin derecesi önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Peynirlerin peptid profilleri arasında büyük nicel farklılıklar görülürken, aminoasit seviyelerinin Ile, His ve Lys amino asitleri hariç benzer olduğu belirtilmiştir. Deve kimozi ile yapılan peynirlerde daha az acı tat olduğu ifade edilmiştir. Ancak buzağı renneti ile elde edilen peynirlerde daha fazla tekstürel değişimin (doku yıkımının) olduğu, pürüzlülük, iç yapışkanlık ve dış yapışkanlığın daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda düşük proteoliz seviyesinde ve

daha lezzetli olduğu belirlenen Cheddar peyniri yapımında deve kimozininin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Bansal vd. 2009).

Yapılan başka bir çalışmada buzağı kimozeni ya da deve kimozeniyle üretilen düşük nemli kısmen yağsız Mozzarella peynirinin raf ömrünü, duyuşal özelliklerini ve fonksiyonel özelliklerini karşılaştırmışlardır. Buzağı kimozeni ve deve kimozininin benzer seviyelerde kullanılması ile yapılan peynirlerin özellikleri kıyaslanmıştır. Ancak pıhtılaşıma aynı miktarda deve kimozeni ile pıhtılaşıma sütte daha hızlı olmuştur ve deve kimozininin daha büyük pıhtılaşıma aktifliğinin olduğu ifade edilmiştir. Deve kimozeni ile üretilen Mozzarella peynirinin fonksiyonel raf ömrünün dana kimozeniyle yapılan peynire göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Deve kimozeni ile üretilen peynir olgunlaşma süresince sığır kimozeni ile üretilene göre daha düşük proteolize uğradığı ifade edilmiştir. Tekstür analiz sonuçları, deve kimozeni ile üretilen peynirin sığır kimozeni ile üretilen peynire göre daha sert ve yapışkanlığının daha az olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, deve kimozininin düşük nemli Mozzarella peynirinin üretiminde raf ömrünü uzatması için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Moynihan vd. 2014).

İki farklı enzimle üretilen bir koyun peynirinin 6 aylık olgunlaşma süresince farklı kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenerek proteolizdeki değişimlerin incelendiği bir çalışmada, enzim olarak buzağı renneti ve kenger otundan elde edilen toz pıhtılaştırıcı enzim kullanılmıştır. Kenger otundan elde edilen enzim ilk alındığı miktarın iki katı olacak şekilde de kullanılarak buzağı renneti ile kıyaslanmıştır. Peynirlerin kimyasal bileşimleri açısından pıhtılaştırıcı enzimler arasında farklılık gözlemlenmediği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, peynir olgunlaşmasının ikinci gününde kenger otunun normal miktarda kullanıldığı peynire göre iki kat kullanıldığı peynirde daha fazla kazein hidrolizinin gerçekleştiği belirtilmiştir. Buzağı renneti ile yapılan peynirle kıyaslandığında bitkisel pıhtılaştırıcı ile yapılan peynirde çözünebilir azot seviyesi daha fazla bulunmuştur. Buzağı rennetine göre bitkisel pıhtılaştırıcı ile yapılan peynirlerde duyuşal özelliklerin geliştiği ifade edilmiştir. İki kat kullanılan bitkisel pıhtılaştırıcı enzim peynire acı bir tat kazandırmakla beraber, normal miktarda kullanılan peynirle arasındaki farkın önemli olmadığı belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda, bitkisel

enzimlerin artan proteolitik aktivitesinin (özellikle iki kat bitkisel pıhtılaştırıcı kullanıldığında) buzağı rennetiyle elde edilen peynire göre 3 ay daha erken olgunlaştığı ve duyuşal karakteri daha iyi gelişmiş peynirlerin olduğu belirtilmiştir (Galan vd. 2008).

Pino vd. (2009), iki farklı enzimle üretilen keçi peyniri üzerinde çalışmışlardır. Kenger otundan (*Cynara cardunculus*) elde edilen toz halindeki bitkisel pıhtılaştırıcı enzim ile buzağı rennetinin, keçi peyniri üretiminde kullanılarak olgunlaşma boyunca proteolizde meydana getirdiğı farklılıkları karşılaştırılmıştır. Bu iki peynirin kimyasal bileşimleri arasında önemli bir farklılık olmadığı görölmüştür. Ancak buzağı renneti ile üretilen peynirin α_s -kazein parçalanmasının ve pH 4.6'da çözünen azot değerleri daha düşük görölmüştür. Hidrofobik peptidlerin oluşumu ve hidrofobik/hidrofilik peptidlerinin oranının olgunlaşma süresince buzağı rennetine kıyasla *Cynara cardunculus* proteinazı ile yapılan peynirde daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Örgü peynirinin kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine etkisi 90 günlük olgunlaşma süresince araştırılmıştır. Buzağı renneti, rekombinant kimoşin ve *Rhizomucor miehei* proteazı ile pıhtılaştırılan ve 90 gün boyunca olgunlaştırılan üç farklı Örgü peynirinin kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özelliklerinde buzağı renneti, mikrobiyal enzim ve rekombinant kimoşinin herhangi bir değışim meydana getirmediğı belirlenmiştir (Çelebi, 2011).

Yapılan bir diğerk çalışmada farklı pıhtılaştırıcı enzimler; buzağı renneti, rekombinant kimoşin, *Rhizomucor miehei* ve *Cryphonectria parasitica* proteazları kullanılarak dört farklı Kaşar peyniri üretilmiştir. Kaşar peynirinin kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerine 90 günlük (4±1 °C'de) olgunlaşma süresince farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin etkisi araştırılmıştır. *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerin β -kazein parçalanması daha yüksek olduğu, bunun sonucunda da eriyebilirlik değerlerinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Duyuşal olarak *Cryphonectria parasitica* proteazının olgunlaşma süresinin sonlarında Kaşar peynirinde acı tat oluşturduğu ileri sürölmüştür. Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Kaşar peynirinin kimyasal bileşimini etkilemediğı ifade edilmiştir (Yaşar, 2007).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Beyaz peynir üretiminde, yerel bir süt işletmesinden (Mortarım A.Ş. Bindal Köyü, Malatya) sağlanan sabah sağımı çiğ inek sütleri kullanılmıştır. Peynir üretimi de aynı işletmede gerçekleştirilmiştir. Mayasan firmasından temin edilen mezofilik starter kültür (Valiren, C100, Mayasan A.S., İstanbul, Türkiye) ilave edilmiştir. Pıhtılaştırıcı enzim olarak deve kimozeni (1000 IMCU/mL) ve buzağı renneti (200 IMCU/mL) (Chr-Hansen A.S., İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Food Grade CaCl_2 (SIGMA, Almanya), çözeltisinden yararlanılmıştır. Peynirlerin tuzlanması, piyasada bulunan ticari kaya tuzundan yararlanılmıştır. Bu amaçla %12'lik salamura hazırlanmıştır. Peynirlerin ambalajlanmasında Kaçmazlar Gıda San. Ltd. Şti (Malatya) firmasından temin edilen 500 g'lık (tek kalıp) plastik ambalajlar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Peynir Üretimi

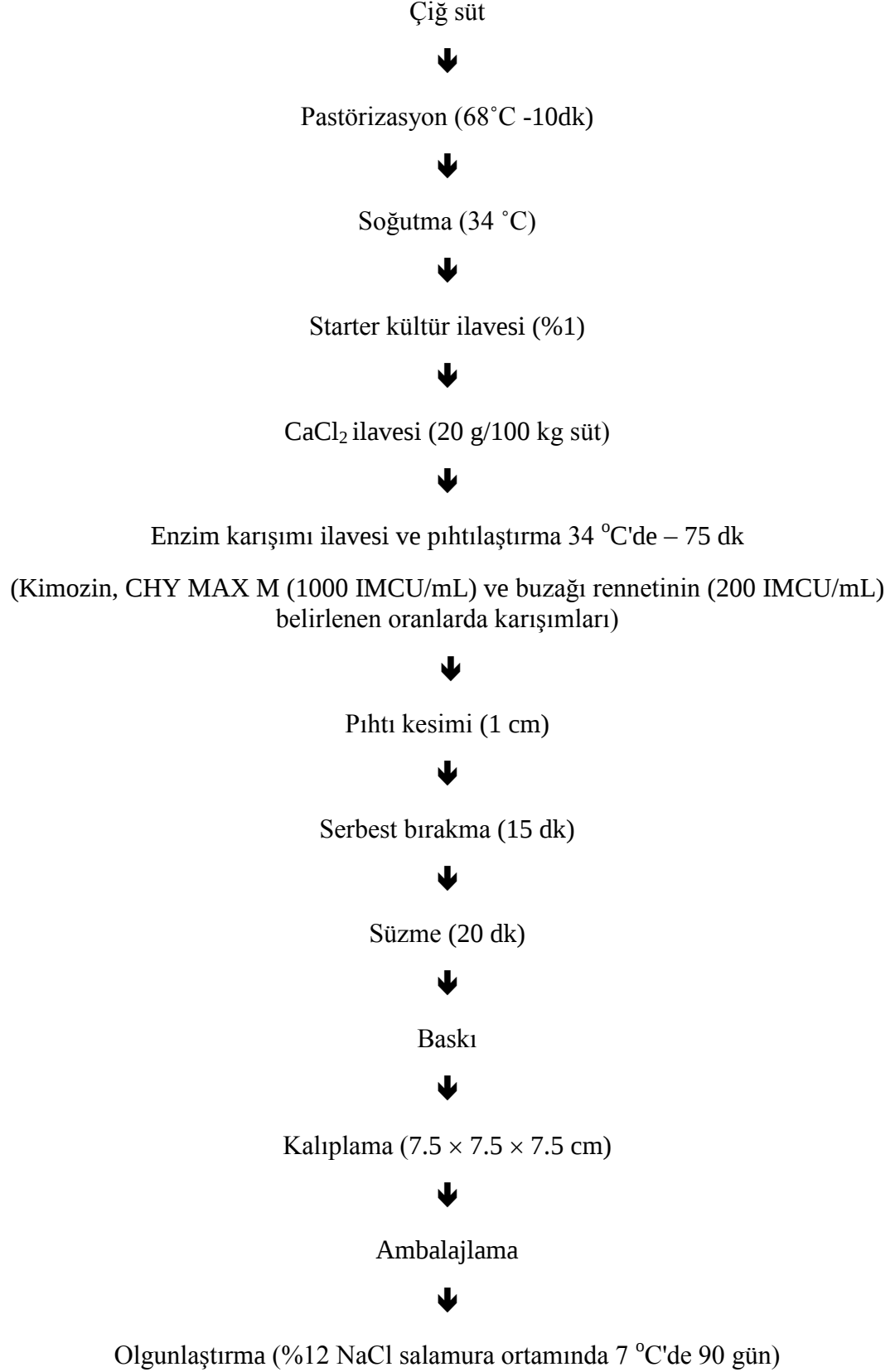
Bu çalışmada, Beyaz peynir üretiminde deve kimozeni(1000 IMCU/mL) ve buzağı renneti (200 IMCU/mL) 5 farklı bileşimde (0:1.0, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25, 1.0:0) peynir üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Süt 68°C'de 10 dakika süre ile çift cidarlı tankta pastörizasyon yapılmıştır. Pastörize süt, mayalama sıcaklığına soğutulmuş (34 °C) ve %10'luk rekonstitüe sütte çoğaltılmış starter kültür (%1) ile kalsiyum klorür (food grade) katılmıştır (20 g CaCl_2 /100 kg süt). Starter ilave edilen süt 30–45 dakika ön olgunlaştırmaya tabi tutulmuş (pH 6.3) ve ardından hazırlanan deve kimozeni ve buzağı renneti karışımları ilave edilmiştir.

Süt pıhtılaştıktan sonra, pıhtı kesilerek yaklaşık 15-20 dakika süreyle kendi haline bırakılmıştır. Kesilen pıhtı 5–6 dakika aralıklarla karıştırılmıştır. Dibe çöken pıhtı, özel olarak yapılmış kalıplara aktarılmıştır. Kitlede bulunan peynir suyunun ayrılması ve telemenin şekil alması için baskı yapılmıştır. Baskı işlemi özel hazırlanmış tahta

kalıplarda gerçekleştirilmiştir. Pıhtının suyu uzaklaştırıldıktan sonra (30 dakika) baskılanmıştır ve ardından $7.5 \times 7.5 \times 7.5$ cm ebatlarında kesilmiştir. Daha sonra, %12 NaCl içeren salamurada 1 gece bekletilmiş ve ardından peynir ambalajlanmıştır. Peynirler 90 gün olgunlaştırılmış ve olgunlaşmanın 1, 30, 60 ve 90. günlerinde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2.2. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler

Çiğ süt ve peyniraltı suyunda kuru madde, tuz, pH, titrasyon asitliğı, yağı ve protein analizleri Hayaloğılu vd. (2005)'te belirtildiğı şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.1. Beyaz peynir üretimi

3.2.3. Peynir Analizleri

Peynirde uygulanması gerekli analizlerden rutin yapılmakta olanlar, sadece kaynaklar verilerek biraz daha spesifik olan analizler ise ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

3.2.3.1. Bileşim Analizleri

Peynirlerde kuru madde, tuz, pH, titrasyon asitliği, yağ ve protein analizleri Hayaloğlu vd. (2005)'te belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2. Peynirdeki Azotlu Madde Fraksiyonlarının Ayrılması ve Proteoliz

Peynirler pH 4.6 ekstraksiyon metoduna göre (Kuchroo ve Fox, 1982) fraksiyonlarına ayrılmıştır. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 mL su ile karıştırılıp homojenize edilmiştir. Karışımın pH sı 0.1 M HCl ile 4.6'ya ayarlanmıştır ve 1 saat 40 °C'deki su banyosunda bırakılmış ve ardından tekrar pH 4.6 olup olmadığı kontrolü yapılmıştır. Daha sonra, 3000 × g'de ve +4°C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırılmış ve sıvı kısım Whatman No. 113 filtre kağıdından süzölmüştür. pH 4.6'da çözünen ve çözünmeyen fraksiyonların analizleri aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır.

a. Kjeldahl yöntemi ile yapılan analizler: pH 4.6'ta çözünen ve %12 trikloroasetikasitte çözünen azot analizleri Hayaloğlu vd. (2005)'te belirtildiği gibi yapılmıştır.

b. Elektroforez: pH 4.6'ta çözünmeyen fraksiyonların elektroforetik analizi, Protean II Xi vertical slab-jel unitesi (Bio-Rad Laboratories LTD., Watford, UK) kullanılarak Andrews (1983)'te yöntemine göre yapılmıştır (Shalabi ve Fox, 1987). Jel elektroforezi 280 ve 300 V 'de gerçekleştirilmiş ve elde edilen jeller Coomassie Brilliant Blue G-250 boyası ile boyanmıştır (Blakesley ve Boezi, 1977). Jeller dijital ortama (HP ScanJet software, ScanJet G4010, Hewlett Packard, Palo Alto, CA) aktarılmıştır. Jellerin dansitometrik değerlendirilmesinde TotalLab v11.4 programı (Image Master TotalLab

Phoretix 1D Pro software, Keel House, Newcastle upon Tyne, UK) kullanılarak değerlendirilmiştir.

c. HPLC peptit profilinin belirlenmesi:

Peynirlerin HPLC peptit profillerinin belirlenmesinde pH 4.6'ta çözünen fraksiyonların dondurularak kurutulmuş kısımları kullanılmıştır ve HPLC ile ayrımlar gerçekleştirilmiştir. HPLC'de ters faz (reversed-phase) sistem kullanılmıştır ve kullanılan çözeltiler;

(A): %0.1 (v/v) trifloroasetik asit (TFA, sequencing grade) deiyonize HPLC kalitesindeki suda (Milli-Q system) hazırlanmıştır.

(B): %0.1 (v/v) TFA acetonitrilde (HPLC grade) hazırlanarak ve çözeltinin akış hızı 0.75 mL/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Dondurularak kurutulmuş suda çözünen fraksiyonlardan 10 mg tartılarak ve 1 mL (A) çözücüsünde çözündürülmüştür. Ardından 0.45 µm selüloz asetat filtreden (sartorius GmbH, Göttingen, Germany) geçirilerek HPLC vialine alınmıştır. HPLC analizi sırasında, filtrattan 60 µL örnek sisteme enjekte edilmiştir. Örnekler başlangıçta 5 dk süre ile % 100 (A) çözücüsü ile geçirilerek ve daha sonra 55 dk %0-50 (B) çözücüsü ile geçirildikten sonra 6 dk süre ile %50 (B) çözücüsünde tutulmuştur. Ardından 4 dk süre ile % 50-60 (B), ve son olarak 3 dk % 60 (B) çözücüsünden geçirilmiştir. Kolon 5 dk süre ile %95 (B) çözücüsü ile yıkandıktan sonra, bir sonraki enjeksiyon için %100 (A) ile kalibre edilmiştir. Bu amaçla, Inertsil RP C18 analitik (250 × 4 mm, 5 µm) ve guard (7.5 × 4.6 mm) kolonlar (Phenomenex Jupiter, Phenomenex Co, Torrance, CA, USA) kullanılmıştır ve kromatografik analiz diod-array dedektörde 214 nm'de gerçekleştirilmiştir (Hayaloğlu vd. 2005).

d. Toplam serbest amino asit miktarı

Proteinlerdeki toplam serbest aminoasit miktarları, aminoasitlerin fonksiyonel amino gruplarının kromofor bir madde ile boyanması ile belirlenmektedir (Hayaloğlu, 2003).

Proteolitik enzim ilavesi yapılan peynirlerde, Cd-ninhidrin metoduna göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Folkertsma ve Fox, 1992). Bu amaçla, 10-100 mL suda çözünen azot çözeltilisinden alınarak 1 mL su ile karıştırılmış ve üzerine 2 mL Cd-ninhidrin reaktifi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 84 °C’de 5 dakika tutulduktan sonra soğutularak, 507 nm dalga boyunda uv-spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan). Hesaplamalar oluşturulan standart eğriye göre yapılarak sonuçlar mg Leu/g peynir cinsinden ifade edilmiştir. Cd-ninhidrin Reaktifi: 0.8 g ninhidrin 80 mL etanol ve 10 mL asetik asitte çözündürülmüştür. Ayrıca, 1 g CdCl₂ 1mL suda çözündürülmüş durumda yukarıdaki çözeltiye ilave edilmiştir.

3.2.3.3. Eriyebilirlik Testi

Eriyebilirlik testi için Schreiber testi benimsenmiştir. Bu amaçla, +4°C’de tutulan peynirler 20 mm çapında ve 15 mm yüksekliğinde silindirik olarak kesilmiştir. Kesilen parçalar bir petri kabının ortasına yerleştirilerek 105°C’deki etüve bırakılmıştır. Etüvde 60 dk süreyle tutulmuş ardından oda sıcaklığında 30 dk soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklerin çapları bir mikrometre ile ölçülmüş ve başlangıç çapı ile erime sonrası ölçülen çapı arasındaki fark “erime derecesi” olarak verilmiştir (Hayaloğlu vd. 2014).

3.2.3.4. Tekstür Profil Analizi

Tekstür profil analizleri için peynirler 20 ± 0.5 mm çapında ve 15 ± 0.5 mm boyunda silindir şeklinde kesilmiştir. Daha sonra silindir şeklindeki peynirler plastik film ile kaplanarak oda sıcaklığına bırakılmış ve peynirlerin sıcaklıkları 20 ± 2°C’ye ulaşmaları sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri Texture Analyzer Model LF Plus (Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, UK) kullanılarak 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları: P/2 alüminyum silindir prob (25 mm çapında); test hızı 1 mm/s; ilk test hızı 5 mm/s; son test hızı 1 mm/s; baskılama %66; tutma zamanı, 5 s’dir. Elde edilen veriler Nexygen™ FM Software (Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, UK) kullanılarak hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2014).

3.2.3.5. Elektron Mikro Fotoğrafi (SEM)

Peynir örnekleri, bir bisturi yardımıyla $1 \times 1 \times 10$ mm boyutlara çubuk şeklinde kesilmiş ve %2.5'lik fosfat tamponlu (pH 7.2) glutaraldehit içerisinde 1 gece fiksasyona tabi tutulmuştur. Ardından 6 kez 1'er dakika süreyle fosfat tamponu ile yıkanmıştır. Daha sonra 30'ar dakika süreyle değişik konsantrasyonlardaki etil alkolle (% 20, 40, 60, 80, 95, 100) muamele edilmiştir. Örnekteki yağı uzaklaştırmak için 15 dakika arayla 3 kez kloroform ile muamele edilmiştir. Daha sonra örnekler sıvı azot içerisinde kırılarak alüminyum tablalara yerleştirilmiştir. Ardından Critical Point Drier (model K850, Quorum Technologies Ltd., Sussex, UK) cihazında kurutulduktan sonra ve SEM için hazır hale getirilmiştir. Örnekler, SEM tablasına yerleştirilmeden önce çok ince (20-30 nm) altın-palladyum kaplanmıştır (BAL-TEC, Model SCD 050; Baltec Inc., Liechtenstein) ve SEM tablasına yerleştirilmiştir. SEM'deki (LEO, EVO 40 Model, Carl Zeiss SMT, Oberkochen, Germany) ölçümler 20 kV'da gerçekleştirilmiş ve mikro fotoğraflar 10,000 kez büyütülerek kaydedilmiştir (Hayaloğlu vd. 2014).

3.2.3.6. Kalıntı Enzim Aktivitesi

Kalıntı koagülant aktivitesi Hurley vd. (1999)'da belirtildiği gibi hazırlanan peynir örnekleri analiz edilmiştir. 5 mg rendelenmiş peynir 0.1 M trisodyum sitrat tampon çözelti (pH 7.0) içinde çözünmüştür. Daha sonra 37 °C'de 30 dk inkubasyona bırakılmıştır. Yağ tabakası 1,000 × g santrifüj ile ayrılmıştır. 140 µL peynir çözeltisi ile 400 µL 0,1M sodyum format (pH 3.2) ve 30 µL substrat dilusyon karıştırılmıştır (1 mg/mL of the synthetic heptapeptide H-Pro-Thr-Clu-Phe-[p-nitro-Phe]-Arg-Leu-OH, H-1002, Bachem, Bubendorf, Switzerland). İnkubasyondan 37 °C'de 1 saat bekletildikten sonra 10 dk 70 °C da ısıtılma işleminden geçmiştir. Karışım 16,000 × g'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Daha sonra 0.45 µm şırınga filtreden geçirilerek Shimadzu LC-20AD Prominence HPLC systeme (Shimadzu Corp., Kyoto, Japan) enjekte edilmiştir.

3.2.3.7. Duyusal Analizler

Her paneliste 200 gr peynir olmak üzere 5 çeşit peynir sunulmuştur. Duyusal değerlendirmeden önce peynirler 60 dk oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Peynir örnekleri renk ve görünüş, yapı ve tekstür, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik olarak değerlendirilmiştir. Peynirlerin duysal değerlendirilmesinde İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü personellerinden oluşan panelistlerden yararlanılmıştır. Panelistler, günlük kahvaltılarında Beyaz peynir tükettiklerini belirtmişleridir ve panel üyelerinin yaşı 20-40 arasında değiştiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede Çizelge 3.1'deki form kullanılmış ve %100 buzağı renneti kullanılarak üretilen Beyaz peynir "kontrol" peyniri olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede, panelistlerden örnekleri kontrol peynirine göre karşılaştırmaları, örnekleri beğenilerine göre puanlamaları istenmiştir. Her biri en az 200 g olan peynir örnekleri 3 haneli rakamlarla rastgele kodlanmış ve her depolama zamanı için farklı kodlar kullanılmıştır (Şahingil, 2012).

Çizelge 3.1. Peynirlerin duysal değerlendirme formu

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

3.2.3.8. İstatistiksel Analizler

Araştırma sonuçları one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile incelenmiş ve ortalamaların birbirinden farklı olup olmadıkları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (SAS, 1995). Bu amaçla SAS paket programı (versiyon 6.12) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile farklı karışımda pıhtılaştırıcı enzimlerle yapılan Beyaz peynirlerin 90 günlük olgunlaşma sürecinde meydana gelen fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özellikleri olgunlaşmanın 1., 30., 60., ve 90. günlerde ayrı ayrı incelenmiştir. Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımlarının ve olgunlaşma süresinin peynirlerin özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve bu konudaki yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Çiğ Sütün Bileşimi

Çizelge 4.1. Çiğ Sütün Bileşimi (n=2)

Özellikler	Çiğ Süt
pH	6.60±0.00
Titrasyon asitliği (% laktik asit)	0.17±0.01
Kuru madde (%)	11.33±0.06
Yağ (%)	3.00±0.00
Protein (%)	2.60±0.01
Kül (%)	0.69±0.02

Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşimi Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi sütün ortalama pH değeri 6.60, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden %0.17 olarak belirlenmiştir. Üretimde kullanılan sütün ortalama kuru madde oranı %11.33, yağ oranı %3.00, protein oranı %2.60 olarak bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne göre; çiğ inek sütünde titrasyon asitliğinin %0.135 ila %0.20 arasında, toplam protein oranının en az %2.8 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2000).

Bu değerlerin karşılaştırılması yapıldığında, üretimde kullanılan sütün protein değerinin düşük olduğu görölmüştür. Bu durumun, peynir yapımında kullanılan sütün kuru maddesinin düşük olmasının deneme üretiminin ilkbahar aylarında (Mayıs 2014) yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimi

Beyaz peynir üretiminden elde edilen 5 değişik peyniraltı suyunun bileşimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’den de görölebileceği gibi elde edilen peyniraltı sularının pH değerleri 6.42-6.55, titrasyon asitliği değerleri laktik asit cinsinden % 0.09-0.11, protein oranları % 0.62-0.69 arasında ve birbirlerine yakın değerler almıştır. Peyniraltı sularının kurumadde oranları % 6.58-6.80 arasında değişmiştir. Kurumadde oranı, tamamen buzağı renneti ile üretilen peyniraltı suyunda en düşük değeri (% 6.58) alırken, en yüksek değer (%6.80) tamamen deve kimozeni ile üretilen peynirin peyniraltı suyunda bulunmuştur. Peyniraltı sularının kurumadde oranları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Peyniraltı sularının yağ oranları % 0.25-0.30 arasında değişmiştir. Buzağı renneti ile üretilen peynirlerin peyniraltı suyunun yağ oranları deve kimozeni ile üretilenlere göre daha yüksektir. Kül oranlarına bakıldığında peyniraltı suları 0.43-0.60 arasında değerler almıştır. En yüksek değer (0.60) A0 peynirine ait peyniraltı suyunda görölürken en düşük değer (0.43) ise A100 peynirinin peyniraltı suyunda görölmüştür.

Çizelge 4. 2. Peyniraltı Sularının Bileşimleri

Özellikler	A0	A25	A50	A75	A100
pH	6.42±0.00a	6.54±0.00a	6.55±0.00a	6.50±0.00a	6.43±0.00a
Titrasyon asitliği	0.11±0.00a	0.11±0.00a	0.09±0.00a	0.09±0.00a	0.09±0.00a
Kurumadde(%)	6.80±0.03a	6.75±0.01a	6.60±0.01a	6.65±0.01a	6.58±0.01a
Yağ (%)	0.25±0.00a	0.25±0.00a	0.30±0.00b	0.30±0.00b	0.30±0.00b
Protein (%)	0.68±0.06a	0.69±0.03a	0.67±0.06a	0.62±0.01a	0.64±0.02a
Kül (%)	0.60±0.02b	0.52±0.01ab	0.48±0.04a	0.46±0.03a	0.43±0.02a

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

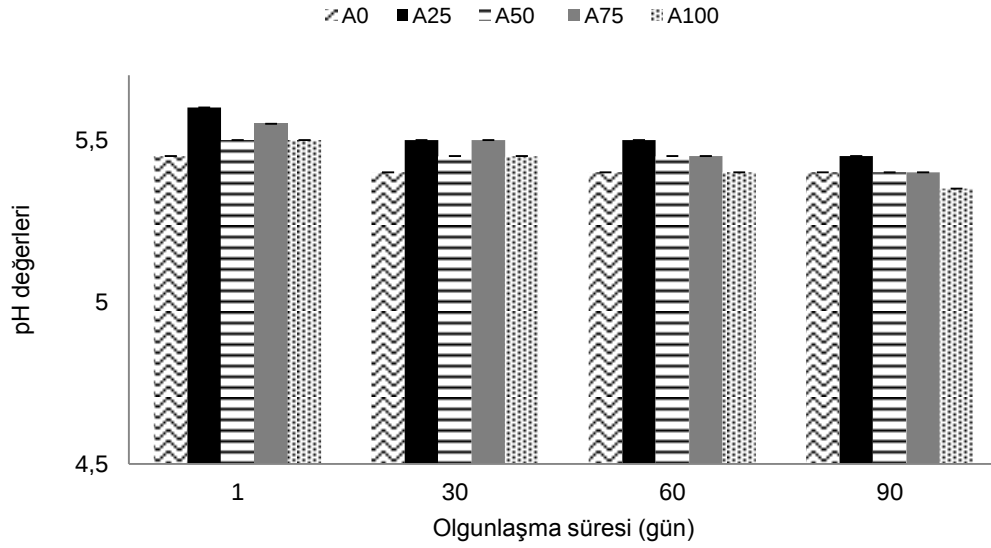
4.3. Beyaz Peynirlerin Kimyasal Bileşimleri

4.3.1. Peynirlerin pH Değerleri

Farklı oranlarda deve kimosini ve buzağı renneti kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin pH değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Beyaz peynirlerin pH değerleri olgunlaşmanın 1. gününde 5.45-5.60 arasında değişen değerler almıştır ve bu değerlerin Beyaz peynir için beklenen sonuçlar olduğu düşünülmüştür. Elde edilen değerler Hayaloğlu vd. (2004)’nin ürettikleri Beyaz peynirlerin 1. gün değerlerinden biraz daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın 30. ve 60. gününde peynirlerin pH değerlerinde istatistiksel açıdan benzerlik tespit edilmiştir. Moynihan vd. (2014), farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen değişik peynirlerin pH’larının birbirlerine yakın değerler aldığını ifade etmişlerdir. Bazı araştırmacılar Kaşar peyniri (Yaşar ve Güzeler, 2011), Beyaz peynir (Karaca, 2007), Cheddar peyniri

(Lane vd. 1997) gibi peynirlerde pıhtılaştırıcı enzimin kimyasal bileşimine önemli düzeyde etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Olgunlaşma düzeyi ilerledikçe peynirlerin

pH değerleri azalmıştır (Şekil 4.1). Bunun nedeninin, laktik asit oluşumu ve peynirlerin asitlik değerindeki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde peynirlerin pH değerlerindeki düşüşün devam ettiği görülmektedir. 90. günde En düşük pH değeri 5.35 ile A100 peynirinde ölçülürken en yüksek pH değeri 5.45 ile A25 peynirinde görülmektedir. Peynir örneklerinin pH değerleri üzerinde enzim farklılığının istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkili olmadığı saptanmıştır.



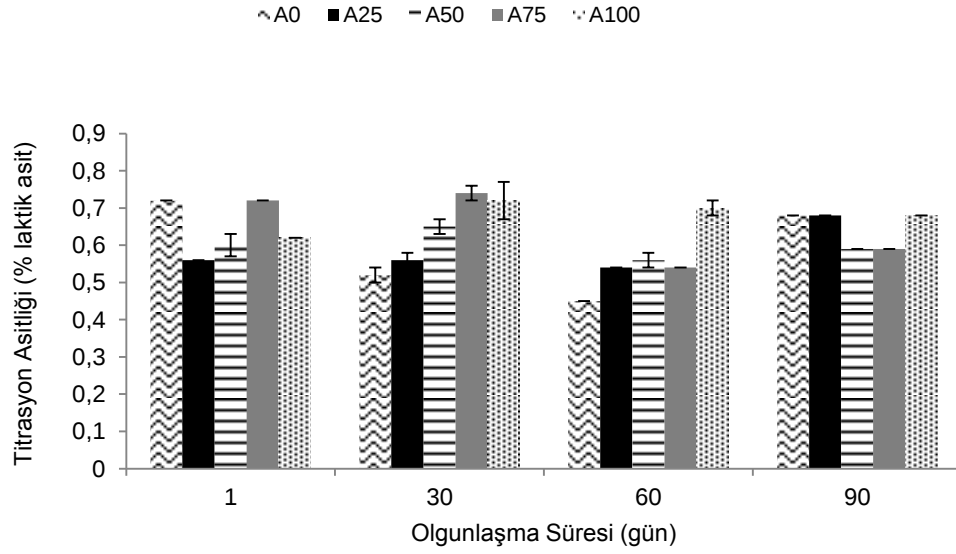
Şekil 4.1. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.3.2. Peynirlerin Titrasyon Asitliği Değerleri

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince titrasyon asitliklerinde görülen değişimler Çizelge 4.3’de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.2’de verilmiştir. Peynirlerin titrasyon asitliği değerleri % laktik asit olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma

süresinin 1. gününde titrasyon asitliği % 0.56-0.72 arasında değerler alırken, olgunlaşmanın 90. gününde ise % 0.59-0.68 arasında değerler almıştır (Çizelge 4.3). Titrasyon asitliği değerlerinin azalan pH değerleriyle birlikte artması beklenirken bu yönde düzenli bir ilişki görülmemiştir. Ancak, A25 peynirine bakıldığında olgunlaşmanın 1. günü %0.56 iken 30. ve 60.günde bu değer sabit kalmış, olgunlaşmayla birlikte 90. günde % 0.68'e yükselmiştir. A100 peyniri de titrasyon asitliği değeri %0.62'den %0.68 değerine yükselmiştir. A0 örneğinde 1. gün titrasyon asitliği %0.72 iken, olgunlaşma ile birlikte 90. günde %0.68 değerine düşmüştür. A50 ve A75 örneklerinde de benzer şekilde olgunlaşmanın sonunda azalma görülmektedir. Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının Beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerleri arasında olgunlaşma boyunca istatistiksel açıdan önemli farklılık olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Yapılan bazı çalışmalarda olgunlaşma süresince peynirlerde titrasyon asitliği değerlerinin artış gösterdiği ifade edilmiştir (Hayaloğlu, 2003; Hayaloğlu vd. 2005; Karatekin, 2014). Başka bir çalışmada Kaşar peynirlerinin, 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca titrasyon asitliği değerlerinin arttığı ancak farklı pıhtılaştırıcı enzimle üretilen peynirlerin titrasyon asitliği değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı ifade edilmiştir (Yaşar, 2007). Enzim farklılığının, peynirlerin titrasyon asitliği değerlerini önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir (Karaca, 2007). Çepoğlu (2005) ise, peynirde enzim farklılığının titrasyon asitliği değeri üzerine önemli düzeyde etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.2. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozeni kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin kimyasal bileşimleri (n=2)

Olgunlaşma Süresi (Gün)		Peynirler				
		A0	A25	A50	A75	A100
Titrasyon asitliği	1	0.72±0.00d,C	0.56±0.00a,A	0.60±0.03ab,B	0.72±0.00c,C	0.62±0.00a,B
	30	0.52±0.02b,A	0.56±0.02a,AB	0.65±0.02b,BC	0.74±0.02c,C	0.72±0.05ab,C
	60	0.45±0.00a,A	0.54±0.00a,B	0.56±0.02a,B	0.54±0.00a,B	0.70±0.02ab,C
	90	0.68±0.00c, B	0.68±0.00b, B	0.59±0.00ab, A	0.59±0.00b, A	0.68±0.00b, B
Kuru madde,%	1	38.10±0.95c,A	38.36±0.43b,A	37.64±0.45b,A	38.62±0.63c,A	38.93±0.16c,A
	30	34.09±0.26a,AB	33.43±0.13a,A	33.95±0.64a,AB	32.85±0.22a,A	34.96±0.04ab,B
	60	36.49±0.31bc,C	32.98±0.46a,A	33.54±0.25a,AB	36.56±0.35b,C	34.50±0.06a,B
	90	34.97±0.24ab,A	34.84±1.35a,A	34.94±0.22a,A	35.97±0.56b,A	35.82±0.62b,A
Yağ, %	1	15.00±0.00a,A	15.00±0.00a,A	15.00±0.00a,A	15.00±0.00b,A	15.50±0.50b,A
	30	13.50±0.50a,A	14.00±0.00a,A	15.00±0.00a,B	13.50±0.25a,A	14.00±0.00a,A
	60	14.50±0.50a,AB	14.50±0.50a,AB	13.50±0.50a,A	14.50±0.50b,AB	15.50±0.50b,B
	90	14.50±0.35a,AB	15.00±0.00a,B	14.00±0.00a,A	15.00±0.00b,B	15.00±0.00b,B
Tuz, %	1	4.09±0.00a,A	5.62±0.23c,A	5.79±0.53b,A	4.83±0.44ab,A	5.12±0.73aA
	30	4.07±0.03a,A	4.50±0.12ab,B	5.59±0.09b,C	4.30±0.09a,AB	4.09±0.00a,A
	60	5.00±0.09b,A	4.24±0.15a,A	4.95±0.25a,A	4.27±0.06a,A	4.30±0.20a,A
	90	6.00±0.14c,C	6.14±0.09c,C	6.23±0.22b,C	5.47±0.09b,B	5.00±0.03a,A
Toplam Protein,%	1	12.47±0.28b,A	12.87±0.09b,A	11.80±0.09ab,A	11.74±0.19a,A	13.06±0.95a,A
	30	10.16±0.72a,A	10.70±0.00a,A	10.72±0.28a,A	10.31±0.95ab,A	11.52±0.59a,A
	60	14.47±0.09b,C	9.85±0.78a,A	12.26±0.48b,B	12.54±0.28b,B	15.49±0.15b,C
	90	14.34±0.50b,B	12.34±0.00b,A	14.66±0.06c,BC	15.83±0.22c,CD	16.03±0.24b,D
pH4.6'ta çözünen azot, %	1	3.48±0.17a,A	3.46±0.02a,A	3.98±0.01a,B	4.39±0.03a,C	4.21±0.09a,C
	30	7.04±1.32b,A	8.11±0.06b,A	7.65±0.81b,A	9.09±0.83b,A	7.04±0.14b,A
	60	8.03±0.05b,A	9.32±1.13c,B	8.96±0.08b,A	8.30±0.11b,A	8.43±0.05c,A
	90	11.61±0.45c,A	11.46±0.17d,A	11.80±0.44c,A	13.16±0.26c,C	12.50±0.09d,B
% 12TCA Çözünen azot, %	1	1.97±0.05a,AB	1.65±0.16a,A	1.95±0.05a,AB	2.82±0.08a,C	2.31±0.14a,B
	30	4.92±0.20b,AB	4.41±0.45b,AB	3.89±0.17b,A	4.14±0.38b,AB	5.08±0.26b,B
	60	5.49±0.32b,A	6.36±0.42c,AB	6.07±0.18c,A	8.88±0.13c,C	7.09±0.20c,B
	90	9.02±0.33c,AB	8.30±0.15d,A	8.35±0.36d,A	9.88±0.19d,B	8.55±0.19d,A

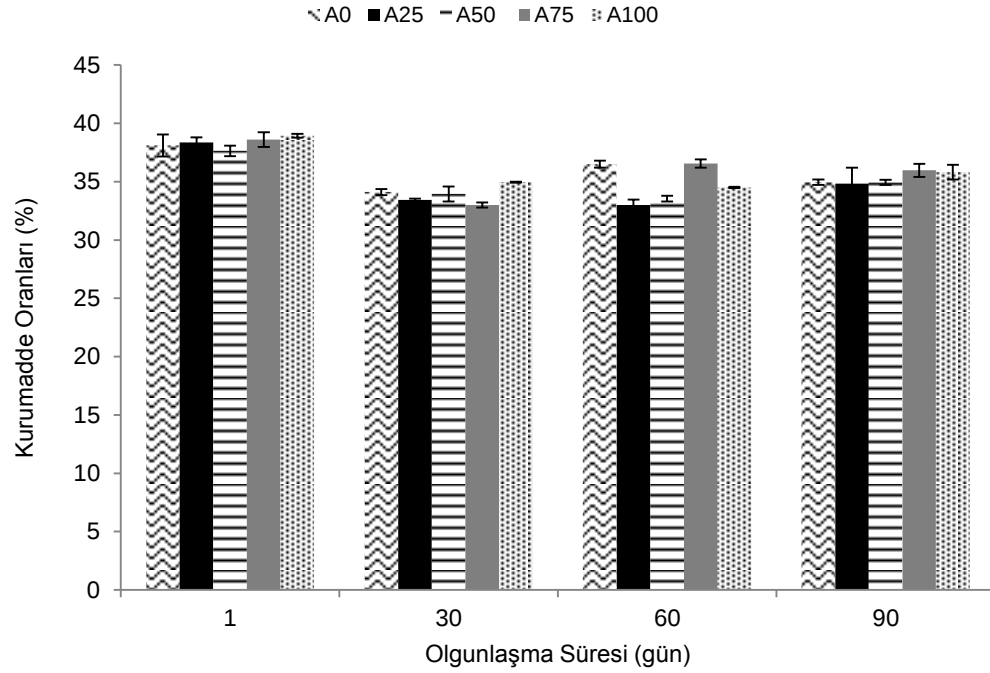
a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

4.3.3. Peynirlerin Toplam Kuru Madde Oranları

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince toplam kuru madde oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.3’de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.3’te verilmiştir. Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere olgunlaşmanın 1. ve 90. gününde Beyaz peynirlerin kuru madde oranları birbirine yakın bulunmuştur. Ancak olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde peynirlerin kuru madde oranlarının birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir ($P \leq 0.05$).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımı kullanımının olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde Beyaz peynirin kuru madde oranları üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Şekil 4.3’te görüldüğü gibi bütün peynirlerin toplam kuru madde değerlerinde olgunlaşma sonunda azalma görülmüştür. Peynirler arasında en fazla düşüş olgunlaşmanın 1. gününde %38.36 iken 90. günde %34.84 değerine düşen A25 peynirinde görülmüştür. En az düşüş ise olgunlaşmanın ilk günü %38.62 iken, 90. gününde %35.97 değerine düşen A75 peynirinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın sonunda en yüksek kuru madde değeri en yüksek %35.97 ile A75 peynirinde; en düşük değer %34.84 ile A25 peynirinde saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda olgunlaşma boyunca kuru madde oranlarındaki değişimin önemli düzeyde olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Karatekin (2014), Malatya peyniri ile yaptığı çalışmasında da benzer şekilde kuru madde değerlerinin olgunlaşmayla birlikte düştüğü görülmektedir. Yapılan başka bir çalışmada ise enzim çeşidinin peynirlerin kuru madde oranlarına önemli düzeyde bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir (Yaşar ve Güzeler, 2011).

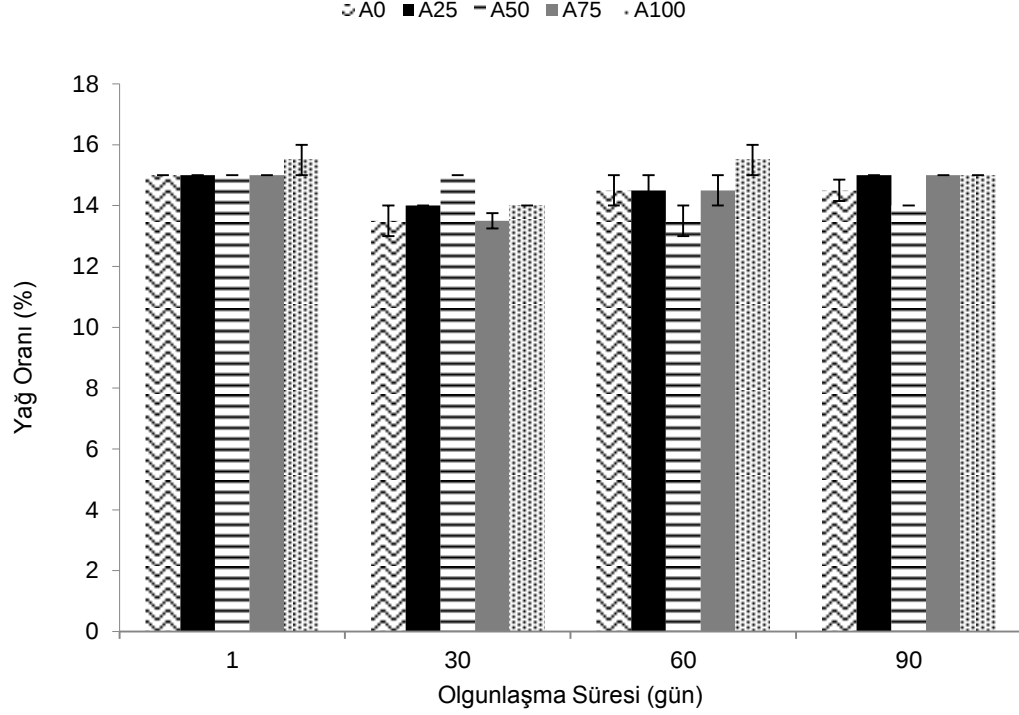


Şekil 4.3. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam kuru madde oranları
A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25),
A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.3.4. Peynirlerin Yağ Oranları

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince toplam yağ oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.3’de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.4’de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, Çizelge 4.3’den de görüldüğü üzere farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımı kullanımının 60. ve 90. günlerde Beyaz peynirlerin yağ oranları üzerindeki etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Ancak olgunlaşmanın 1. ve 30. gününde peynirlerin yağ oranları birbirine yakın bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, tüm peynirlerin yağ oranlarının, olgunlaşmanın ilerlemesiyle önemli bir değişim göstermediği görülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda olgunlaşma süresince incelenen peynirlerin yağ oranlarında önemli bir değişim gözlenmediği belirtilmiştir (Hayaloğlu ve Brechany, 2007; Çepoğlu ve Akın, 2013). Lane vd. (1997), rekombinant kimosin ve domuz pepsini kullanımının Cheddar peynirlerinin yağ oranlarına etki etmediğini ifade etmişlerdir.

Farklı çalışmalar, enzim farklılığının peynirlerin yağ oranlarını önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir (Mahony vd. 2003; Yaşar ve Güzeler, 2011).



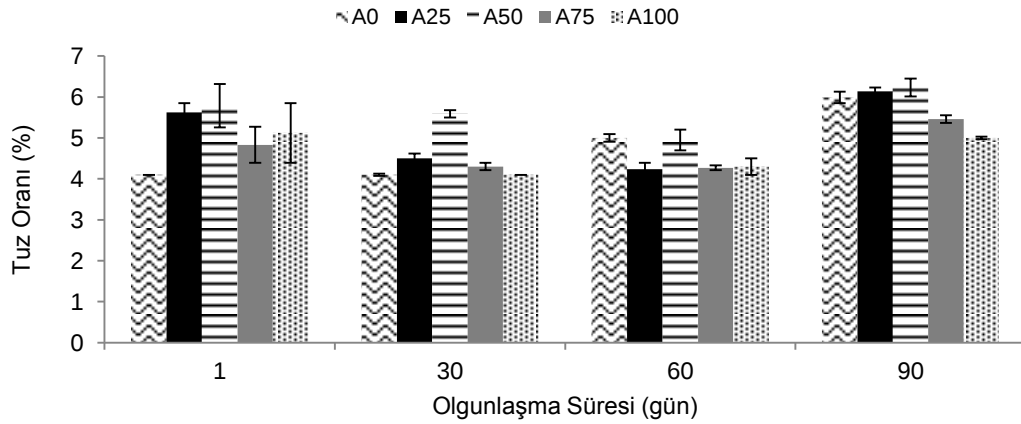
Şekil 4.4. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam yağ değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.3.5. Peynirlerin Tuz Oranları

Peynirlerin olgunlaşma süresince tuz oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.3’de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.5’de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde Beyaz peynirlerin tuz oranları arasında farklılık bulunmamıştır. Olgunlaşmanın 60. gününde yakın değerler gözlenmiştir, ancak 30. ve 90. günlerde peynirlerin tuz oranları birbirinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Olgunlaşmanın ilk gününde peynirlerin tuz oranları %4.09-5.79 aralığında değişirken, olgunlaşmanın son gününde %5.00 ile en düşük orana A100 peyniri, %6.23 ile en

yüksek orana A50 peyniri sahip olmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin tuz oranları üzerine etkisinin olgunlaşmanın 1. ve 60. günlerinde önemli düzeyde olmadığı, ancak 30. ve 90. günlerde etkisinin önemli düzeyde olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Olgunlaşmanın 90. gününde A100 peynirinde saptanan tuz oranının diğer peynirlerden önemli düzeyde düşük olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.3'den de görüleceği üzere A100 peynirlerinin tuz değerlerinde olgunlaşma ilerledikçe önemli bir değişim gözlenmemiştir. A50 peynirinde de benzer durum görülmüştür. Ancak diğer peynir örneklerinde olgunlaşma ilerledikçe tuz oranları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur ($P \leq 0.05$). A0, A25 ve A75 peynirlerinin tuz oranlarında dalgalanmalar olup 90. günde 1. güne oranla artış görülmüştür. Peynirlerin tuz içeriğinin genellikle nem oranı ile ilişki olduğu ve peynirlerin kuru madde içeriği azaldıkça ürünün kitlesinde bulunan tuz oranının artabildiği ifade edilmiştir (Karaca, 2007). Bu nedenle olgunlaşma süresince kurumaddede meydana gelen azalmaya karşılık tuz miktarında bir miktar artış meydana gelmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda peynirlerin tuz oranlarında farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının etkili olmadığı görülmüştür (Dave vd. 2003; Sheehan vd 2004; Hayaloğlu vd. 2010; Yaşar ve Güzeler, 2011).



Şekil 4.5. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam tuz değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

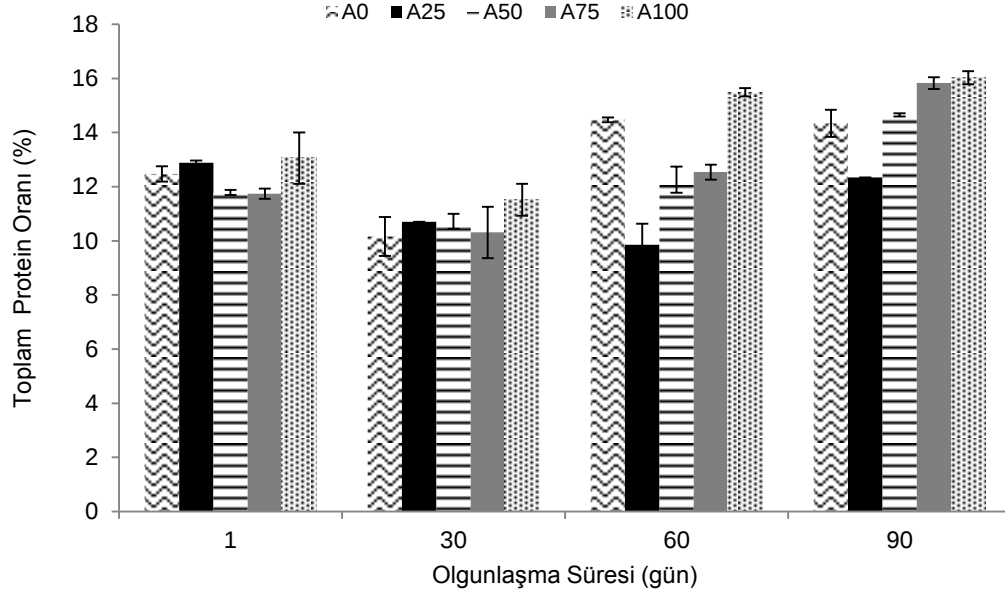
4.4. Beyaz Peynirlerde Meydana Gelen Proteoliz

4.4.1. Peynirlerin Toplam Protein Oranları

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin toplam protein (TP) oranları Çizelge 4.3’de ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.6’de verilmiştir. Beyaz peynirlerin protein oranlarına bakıldığında olgunlaşmanın başında en düşük değerin % 11.74 ile A75 peynirinde, en yüksek ise %13.06 ile A100 peynirinde olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde ise en düşük değer %12.34 ile A25 peynirinde, en yüksek %16.03 ile A100 peynirinde olduğu saptanmıştır. Olgunlaşma ilerledikçe A50, A75 ve A100 peynirlerinin TP oranları 30. güne kadar azalma görülürken 30. günden itibaren artış göstermektedir (Şekil 4.6).

Farklı oranlarda pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen peynirlerin protein oranlarında olgunlaşmanın ilk 30 günü peynirlerin protein oranları arasında istatistiksel olarak farkların bulunmadığı belirlenmiştir. Diğer taraftan olgunlaşma süresinin 60. gününde farkların ortaya çıktığı ve 90. günde ise daha da arttığı görülmüştür ($P \leq 0.05$).

Bu çalışma ile benzer şekilde başka bir çalışmada da olgunlaşmayla protein değerlerinin ilk 30 gün farklılık bulunmadığı 60. ve 90. günden sonra artış olduğu görülmüştür (Yaşar, 2007). Malatya peynirinin incelendiği bir çalışmada olgunlaşma süresince toplam protein değerleri arasında bir farklılık bulunmadığı ifade edilmiştir (Karatekin, 2014). İran’da üretilen salamura Beyaz peynirler üzerine yapılan çalışmada protein oranlarının %18.18-22.78 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yine bu araştırmada protein miktarlarının toplam azot miktarına bağlı olarak olgunlaşma süresince arttığı bildirilmiştir (Azarnia vd. 1997).



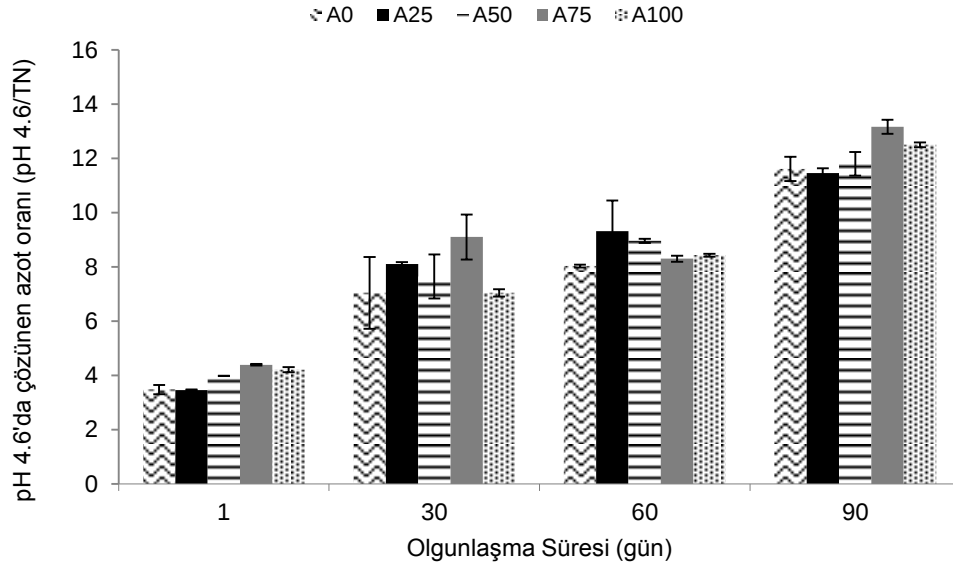
Şekil 4.6. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan toplam protein oranları

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.4.2. Peynirlerin pH 4.6'da Çözünen Azot Oranları

Farklı oranlarda pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin pH 4.6'da çözünen azot oranları Çizelge 4.3'de ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.7'de verilmiştir. Olgunlaşmanın 1. günü en yüksek değer (%4.39) A75 peynirinde ölçülürken en düşük değer (%3.46) A25 peynirine ait olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde en düşük pH 4.6'da çözünen azot değeri A25 peynirinde görülürken (%11.46) en yüksek değer A75 peynirinde (%13.16) görülmüştür. Şekil 4.7'den de görüldüğü gibi Beyaz peynirlerin pH 4.6'da çözünen azot oranları olgunlaşma süresi boyunca önemli düzeyde artış göstermiştir. Yapılan bazı çalışmalarda da olgunlaşma boyunca peynirlerin pH 4.6'da çözünen azot değerlerinde artış olduğu ifade edilmiştir (O'Mahony vd. 2003; O'Mahony vd. 2005; Moynihan vd. 2014).

Olgunlaşma sonunda A75 peynirinin, A25 peynirine göre pH 4.6'da çözünen azot değeri daha yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak enzim karışımının olgunlaşmanın 30 gününde peynirlerin pH 4.6'da çözünen azot değerlerine önemli düzeyde bir etkisi görülmezken, 1., 60. ve 90. günlerinde pH 4.6'da çözünen azot değerlerine etkisi önemli düzeyde bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde buzağı renneti oranı fazla olan (A75-A100) peynirlerde, deve kimosini bileşimi yüksek olan diğer peynirlere göre pH 4.6'da çözünen azot değeri daha yüksektir. Bunun nedeninin buzağı rennetinin daha yüksek proteolitik aktiviteye sahip olmasıyla açıklanmaktadır.(Kappeler vd. 2006; Bansal vd. 2009). Moynihan vd. (2014), deve kimosini ve buzağı kimosini kullanarak mozzarella peyniri ürettikleri çalışmalarında deve kimosinin proteolitik aktivitesinin düşük olduğunu ve peynire eklenen deve kimosini miktarının peynirin proteolizini önemli derecede etkilemediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.7. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan pH 4.6'da çözünen azot oranları

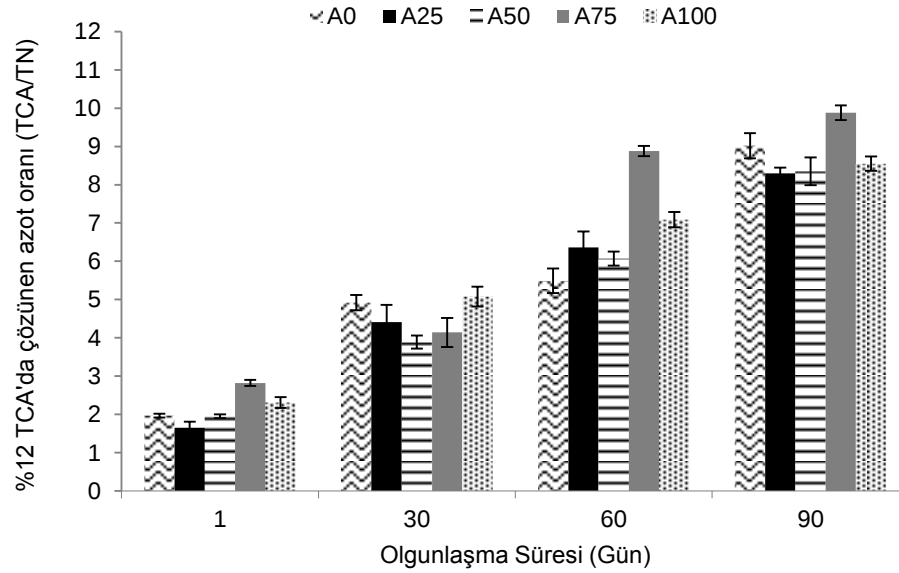
A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.4.3. Peynirlerin %12 Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot oranları

%12 TCA'da çözünen veya bir başka deyişle protein olmayan azot oranları orta ve kısa zincirli peptidler ile aminoasitlerden oluşmaktadır (Hayaloğlu, 2003). Taze peynirlerde toplam azotlu maddeleri oluşturan kazein ve *para*-kazeinin bir kısmı üretimde kullanılan enzimler ve starter kültürlerin etkisi ile parçalanıp proteoz-pepton, amino asitler gibi suda çözünür ögeler haline dönüşmektedir. Olgunlaşma sürecindeki etkenlere bağlı olarak protein parçalanması devam etmekte ve ortamda oluşan serbest aminoasitler ve peptidlerin miktarı artmaktadır. Bu bileşenler de olgunlaşma süreci sonunda peynirlerde tat-koku ve tekstür ile ilgili karakteristik özelliklerini kazandırmaktadır (Kaya Yaşar, 2011).

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince %12 TCA'da çözünen azot oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.3'de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.8'de verilmiştir. Olgunlaşmanın ilk günü en yüksek değer (%2.82) A75 peynirinde ölçülürken en düşük değer (%1.65) A25 peynirine ait olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde en düşük %12 TCA'da çözünen değeri A25 peynirinde görülürken (%8.30) en yüksek değer ise A75 peynirinde (%9.88) görülmüştür (Çizelge 4.1). Olgunlaşmanın 30. Gününde peynirlerin %12 TCA'da çözünen azot değerleri 3.89-5.08 arasında olup, 60. günde ise 5.49 ila 8.88 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Farklı enzim karışımının %12 TCA'da çözünen azot değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). Çizelge 4.3'te de görüldüğü üzere buzağı renneti oranı fazla olan A75 peyniri olgunlaşmanın 1., 30. ve 90. günlerinde en yüksek değerleri aldığı görülmektedir. Buzağı rennetinin %12 TCA'da çözünen azot değerlerinde deve kimozinine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Şekil 4.8'de de görüldüğü gibi Beyaz peynirlerin %12 TCA'da çözünen azot değerleri pH 4.6'da çözünen azot değerlerine benzer şekilde bir gelişme göstererek olgunlaşma devam ettikçe değerler düzenli artış göstermiştir. Yapılan bazı çalışmalarda da peynirlerin %12 TCA'da çözünen azot değerlerinde olgunlaşma boyunca artış olduğu ifade edilmiştir (Sousa ve Malcata, 1997; Hayaloğlu vd. 2005; Karaca, 2007; Hayaloğlu vd. 2014; Şengül vd. 2014).

Rennet macunu kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerde, %12'lik TCA'da çözünür azotlu maddeler bazında olgunlaşma indeksi değerleri üzerine, olgunlaşma süresinin ve üretim farklılığının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Kaya Yaşar, 2011). Hellim peynirinde pıhtılaştırıcı enzim konsantrasyonunun araştırıldığı bir çalışmada 60 gün boyunca olgunlaştırılan peynirlerin %12'lik TCA'da çözünen azotlu bileşiklerin olgunlaşma süresi boyunca artış gösterdiği belirtilmiştir (Güven vd. 2008). Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının olgunlaşma süresince Kaşar peynirinin %12 TCA'da çözünen azot oranları üzerinde önemli etkisinin olduğu belirtilmiştir ($P \leq 0.01$) (Yaşar ve Güzeler, 2011).



Şekil 4.8. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan %12 TCA'da çözünen azot oranları

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.5. Peynirlerin Elektroforetik Analizleri

Bu çalışmada peynirlerin Üre-Poliakrilamid Jel Elektroforez (üre-PAGE) ile elektroforetik analizleri yapılmış olup elektroforetogramları Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Marker yardımı ile sodyum kazeinat (NaCN), α - ve β -kazeinlerin jel üzerindeki yerleri belirlenmiştir. Buna göre, peynirlerde olgunlaşmanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde kazein fraksiyonlarında meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Kazein fraksiyonları ile bunların ilgili fragmentleri, marker olarak kullanılan NaCN ile bantların yeri saptanmış ve bu bantlar dansitometrik integrasyonlar kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir. β - ve α_{s1} -Kazeinlerdeki parçalanma durumları dansitometreyle değerlendirilmiştir (Şekil 4.10).

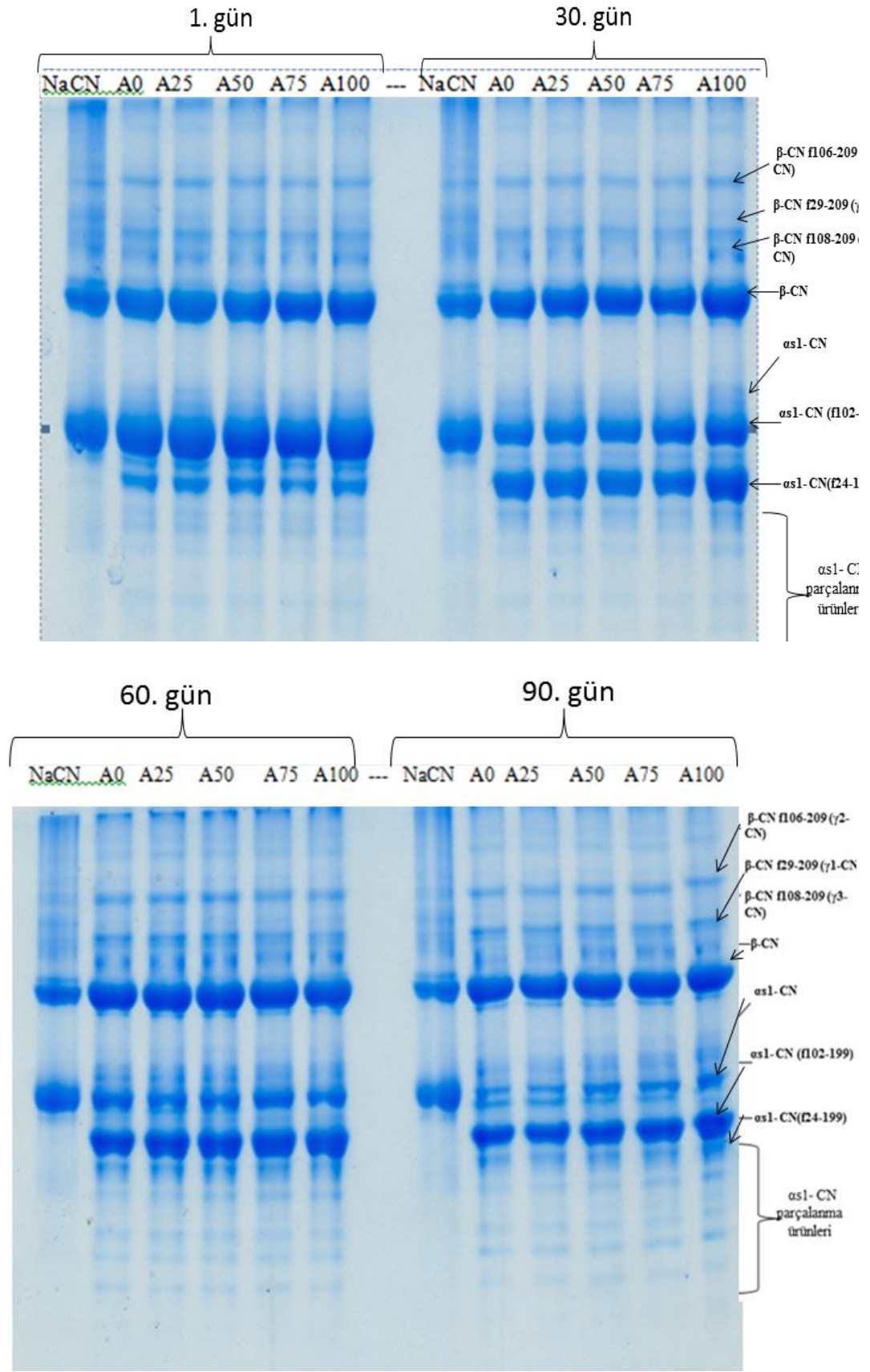
Peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramları incelendiğinde tüm peynir örneklerinde α_{s1} -kazeinin parçalanmasının β -kazeine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Tüm peynir örneklerinde β -kazeinin parçalanma ürünleri olgunlaşma ilerledikçe artış göstermektedir. Olgunlaşmanın başlangıcında (1.-30. günler arası), α_{s1} -kazeinin çok az bir parçalanmaya maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 4.9). Buna rağmen olgunlaşmanın 60. gününden sonra α_{s1} -kazeinde kuvvetli parçalanmalar olduğu tespit edilmiştir. α_{s1} -kazein parçalanma ürünleri 60. günden itibaren daha fazla olduğu görülmektedir.

Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının β - ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmaları üzerine önemli derecede etkili olmadığı tespit edilmiştir. Buzağı renneti miktarı arttıkça peynirlerin bantları arasında bir farklılık görülmemektedir. Ancak üre-PAGE dendrogramına bakıldığında olgunlaşmanın 90. gününde tamamen buzağı rennetiyle üretilen A100 peynirinin olduğu bantta çok az bir farklılık görülmektedir.

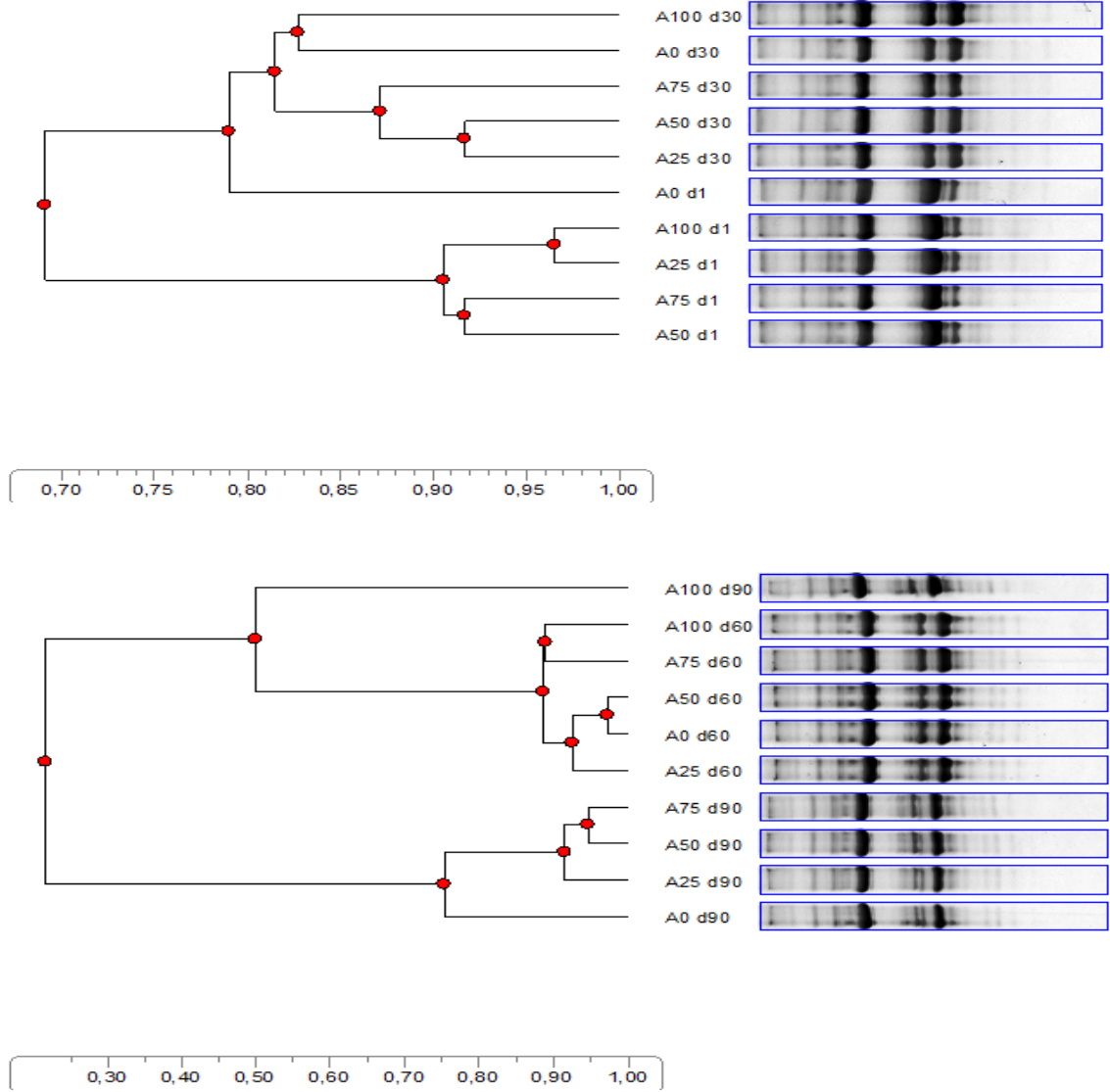
Çepoğlu (2005), Beyaz peynirde mikrobiyal enzimin buzağı renneti ve rekombinant kimozone göre proteolitik etkisinin daha yüksek olmasından dolayı, α_{s1} -kazein ve β -kazeini daha fazla hidrolize ettiğini belirtmiştir.

Karaca (2007), olgunlaşma süresince Beyaz peynirlerdeki α_{s1} -kazeinlerin β -kazeine oranla daha fazla hidrolize uğradığı belirlenmiştir. Malatya peynirinin incelendiği bir çalışmada farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin β - ve α_{s1} -kazeinlerin parçalanmaları üzerine önemli derecede ($P \leq 0.05$) etkili olduğu tespit edilmiştir (Karatekin, 2014).

Broome vd. (2006), rekombinant kimozi ve *Rhizomucor miehei* proteazları (fromase ve marzyme) kullanılarak üretilen Cheddar peynirlerinde, 210 günlük olgunlaşma süresince α_{s1} -kazeinin β -kazeinden daha fazla parçalandığını ifade etmişlerdir. Çürük (2006), Kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince α_{s1} -kazein ve β -kazein miktarının azaldığını ve bu azalmanın istatistiksel yönden önemli olduğunu bildirmiştir. Yaşar ve Güzeler (2011), *Rhizomucor miehei* proteazı ve Buzağı rennetinden üretilen Kaşar peynirlerinin β - ve α_{s1} -kazeinlerinin her ikisinin de benzer üre-PAGE bantları oluşturduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.9. Beyaz peynirlerin üre-PAGE elektroforetogramları

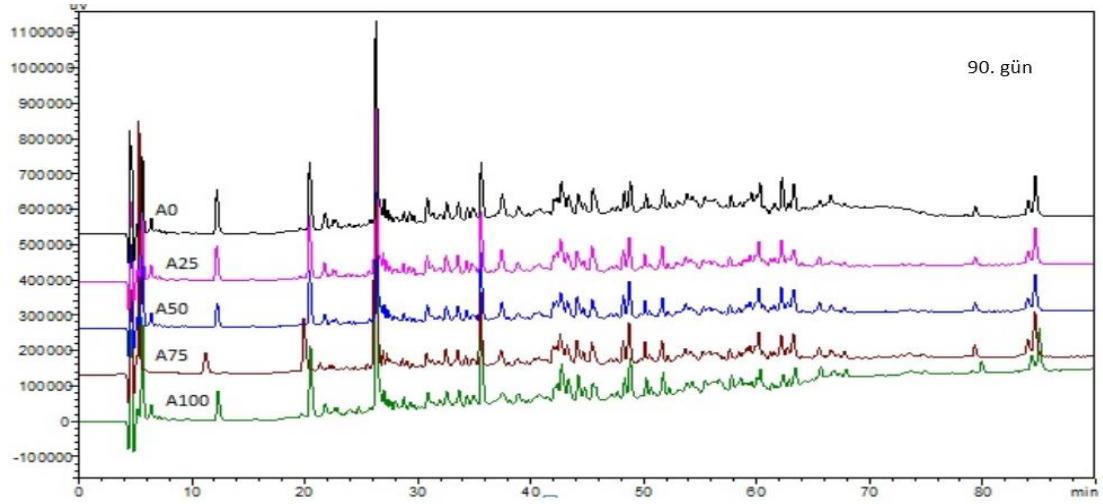
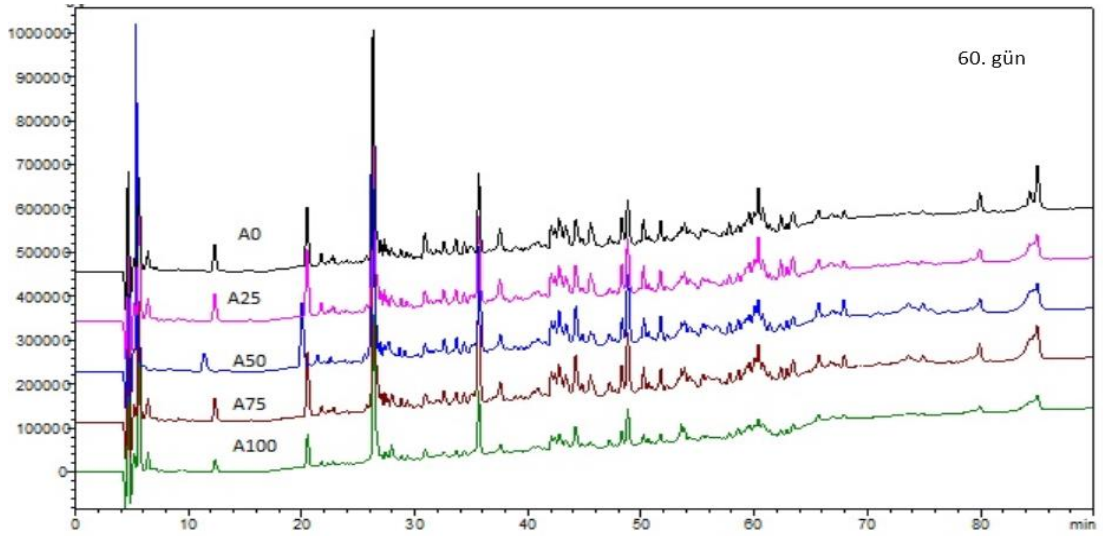


Şekil 4. 10. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan üre-PAGE dendrogramı. d1, d30, d60 ve d90 olgunlaşmanın sırasıyla 1, 30, 60 ve 90. günlerini simgelemektedir.

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.6. Ters-Faz Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (RP-HPLC) ile Belirlenen Peptid Profilleri

Beyaz peynirlerin 60 ve 90.gün RP-HPLC ile belirlenen peptid profilleri Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Alıkonma Süresi (dk)

Şekil 4.11. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan RP-HPLC peptid profilleri

Şekil 4.11’de de görüldüğü üzere Olgunlaşmanın 60 ve 90. gününde farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımları kullanılarak üretilen peynirlerin peptid profillerinin arasında çok az farklılık görülmektedir. Ancak olgunlaşmanın 60. gününde 12. dk’da gelen pik yüksekliği A0 peynirinden A100 peynirine doğru gittikçe azalmaktadır. Alıkonma zamanının 21. dakikasında gelen piklerde de A100 peynirinde daha düşük konsantrasyonda pikler görülmüştür. 25-70 dk aralığında oluşan yeni piklerde de diğer peynirlere göre A100 peynirinde daha düşük pikler gözlemlenmiştir. 90 günlük olgunlaşma süreci sonunda, 25-70 dk aralığında yeni pikler oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.11). Olgunlaşmanın 60. gününde 12. dk’da gelen piklere bakıldığında A100 peynirinde daha düşük konsantrasyonda pikler

gözlemlenirken 90. günde ise A50 ve A75 peynirinde daha düşük konsantrasyonda pikler olduğu tespit edilmiştir. Enzim karışımının peynirlerin peptid profillerinde çok az farklılık oluşturduğu görülmüştür. Bu farklılıklar farklı pıhtılaştırıcı enzim olarak kullanılan deve kimozeni ve buzağı rennetinin proteolize farklı biçimlerde katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bazı araştırmacılar ise çalışmalarında her bir pıhtılaştırıcı enzimin peynir proteolizine katkılarının farklı olabileceğini vurgulamıştır (Sousa ve Malcata, 1997; Lane vd. 1997; O'Mahony vd. 2003). Bu farklılıkların pıhtılaştırıcı enzimin aktivitesi ve her bir enzimin kazein ve kazein türevi peptidler üzerine, peynirlerin üretimi ve olgunlaşması süresince spesifikliğinin olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Lane vd. 1997; Broome ve Limsowtin, 1998).

4.7. Peynirlerin Toplam Serbest Aminoasit Değerleri

Farklı oranlarda pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.4'de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.12'de verilmiştir.

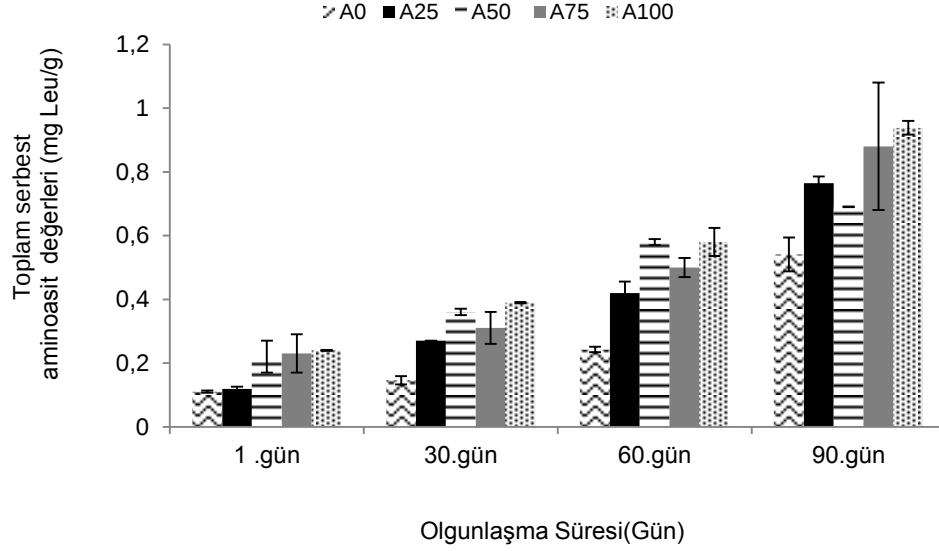
Çizelge 4.4. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozeni kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin Toplam serbest amino asit değerleri (mg Leu/g)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	0.11±0.00a,A	0.12±0.01a,A	0.22±0.05a,A	0.23±0.06a,A	0.24±0.00a,A
30	0.15±0.01ab,A	0.27±0.05ab,AB	0.36±0.01b,B	0.31±0.06a,B	0.39±0.00abB
60	0.24±0.01b,A	0.42±0.07b,B	0.58±0.01c,C	0.50±0.03ab,C	0.58±0.04b,C
90	0.54±0.04c,A	0.76±0.02c,AB	0.69±0.00d,AB	0.88±0.20b,AB	0.94±0.02c,B

A0: Deve kimozeni-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimozeni-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimozeni-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimozeni (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimozeni (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.12. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan Toplam serbest aminoasit değerleri

A0: Deve kimozini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimozini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimozini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimozini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimozini (100:0)

Çizelge 4.4’den de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince tamamen buzağı renneti ile üretilen A100 peynirinin toplam serbest aminoasit miktarı diğer peynirlerden yüksek bulunmuştur. En düşük toplam serbest aminoasit miktarına tamamen deve kimozini ile yapılan A0 peyniri sahip olmuştur. Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının toplam serbest aminoasit miktarları üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda olgunlaşmanın 1. gününde önemli bir farklılığın olmadığı, ancak 30., 60. ve 90. günlerdeki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). Pıhtılaştırıcı enzimler kazeinleri büyük veya orta büyüklükte peptidlere hidrolize etmekte, daha sonra starter veya starter olmayan bakterilerin proteinaz ve peptidazları bunları serbest aminoasitlere parçalamaktadır. Serbest kalan aminoasitler direkt olarak peynirin aromasını etkilemekte veya aroma bileşenlerinin ön maddeleri olarak görev yapmaktadırlar (McSweeney vd. 1995; Hayaloğlu, 2003; Yaşar, 2007). Olgunlaşma süresince tüm peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarlarında düzenli bir artış görülmektedir (Şekil 4.12). Beyaz peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarları 1. gün %0.11 ila %0.24 arasında değişmiş ve 90. gününde %0.54 ila %0.94 arasında değişen değerlere ulaşmıştır. Olgunlaşma süresince Beyaz peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarlarındaki artış

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Benzer sonuçlar farklı peynirler üretilerek yapılan bazı çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Hayaloğlu et al., 2005; Mahony et al., 2005; Karaca, 2007; Yaşar, 2007).

4.8. Peynirlerin Eriyebilirlik Değerleri

Peynir, kazein moleküllerinin birbirleriyle bağlanması sonucu oluşmuş bir matrikstir. Olgunlaşma süresince meydana gelen proteolizin, peynirlerin eriyebilirliğini artırdığı bilinmektedir. Kazeinin molekül bağlarının kırılması veya hidrolizi sonucu matriks zayıflamakta ve bu durum peynirin erimesini artırmaktadır. Olgunlaşmada hem β -kazeinin hem de α_{s1} -kazeinin hidrolizinin peynirlerin eriyebilirlik değerini artırdığı ifade edilmiştir (Dave vd. 2003; Lucey vd. 2003; Yaşar, 2007). Farklı oranlarda pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin eriyebilirlik değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.13 ve Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5’den de görüleceği üzere peynirlerin eriyebilirlik değerleri olgunlaşma süresince önemli düzeyde artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). Eriyebilirlik değerlerinde istatistiksel açıdan en büyük artış, buzağı renneti oranı yüksek olan A75 peynirinde görülmüştür ($P \leq 0.05$). Olgunlaşmanın 1. gününde elde edilen eriyebilirlik değerleri 21.95-23.28 mm arasında belirlenmiştir. A75 örneği 21.95 mm ile en düşük değeri alırken, A100 peynirinin 23.28 mm ile en yüksek eriyebilirlik değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların, Olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde sırasıyla 24.15-28.06 mm ve 25.94-31.84 mm değerleri arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek eriyebilirlik değeri 30. günde 28.06 mm ile A75 peynirinde iken, 60.günde 31.84 mm ile A100 peynirinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın son gününe baktığımızda A0 37.78 mm ile en düşük, A100 44.16 mm ile en yüksek eriyebilirlik değerine sahiptir.

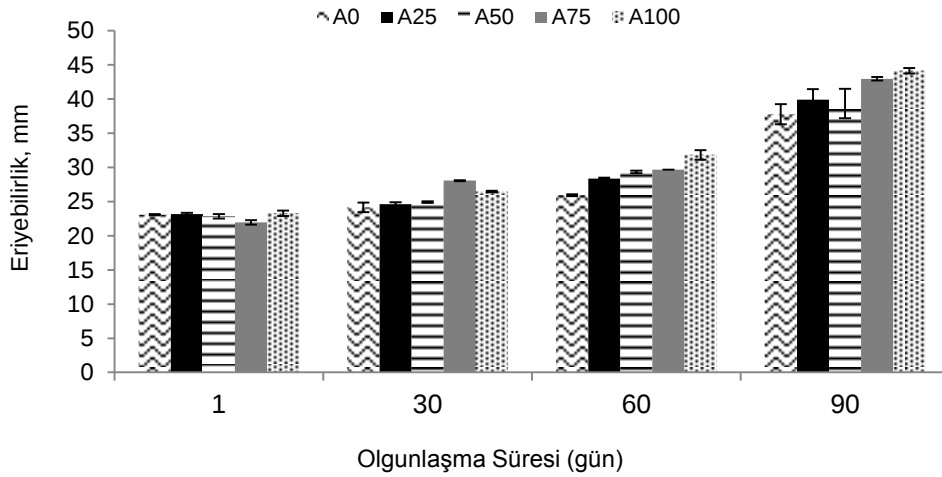
Çizelge 4.5. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin eriyebilirlik değerleri (mm)

Peynirler					
Olgunlaşma Süresi (Gün)	A0	A25	A50	A75	A100
1	23.08±0.10a,B	23.16±0.19a,B	22.85±0.34a,AB	21.95±0.34a,A	23.28±0.40a,B
30	24.15±0.71a,A	24.62±0.30a,A	24.92±0.12a,A	28.06±0.07b,C	26.48±0.11b,B
60	25.94±0.14a,A	28.35±0.14b,B	29.34±0.21b,BC	29.67±0.02c,C	31.84±0.70c,D
90	37.78±1.49b,B	39.93±1.52c,AB	39.35±2.16c,AB	42.96±0.25d,AB	44.16±0.40d,A

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.13. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan eriyebilirlik değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

Yapılan bazı çalışmalarda olgunlaşma süresinin artışı ile birlikte, peynirlerin eriyebilirlik değerleri arasındaki fark artmıştır (Yaşar, 2007; Karatekin, 2014). Bazı çalışmalarda eriyebilirlik değerlerindeki artışın peynir matriksindeki proteolizden ve peynirdeki kolloidal kalsiyum fosfatın kısmi çözünürlüğünün artmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (O'Mahony vd. 2005; Madadlou vd. 2005; Şahan vd. 2008). Buzağı renneti, rekombinant kimozi ve *Rhizomucor miehei* proteazı ve *Cryphonectria parasitica* proteazı kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresi arttıkça eriyebilirlik değerlerinde artış olduğu ifade edilmiştir (Yaşar ve Güzeler, 2011).

Farklı enzim karışımının peynirlerin eriyebilirlik değerlerini önemli düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır ($P \leq 0.05$). Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere olgunlaşmanın 1., 60. ve 90. günlerinde en yüksek eriyebilirlik değerlerine %100 buzağı renneti kullanılarak üretilen A100 peynirinin sahip olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 30.gününden itibaren en düşük eriyebilirlik değerleri ise tamamen deve kimozi ile yapılan A0 peyniri eşleşmektedir. Olgunlaşmanın 60.gününden itibaren buzağı renneti oranı arttıkça eriyebilirlik değerlerinde artış görülüp, buzağı rennetinin eriyebilirliğe etkisinin deve kimozininden daha fazla olduğu sonucuna varılmaktadır. Buzağı renneti ile yapılan peynirlerin eriyebilirlik değerlerinin deve kimozi ile yapılan peynirlere göre daha yüksek ölçülüp, bunun nedeninin buzağı rennetinin yüksek proteolitik aktivitesi olduğu düşünülmektedir.

4.9. Peynirlerin Tekstür Profil Analizleri (TPA)

Gıdaların tekstürünü belirlemede kullanılan en yaygın metod tekstür profil analizidir (TPA). TPA'da yedi ayrı tekstürel parametre mevcut olup, bunlardan biri ölçülen parametre, ikisi de ölçülen parametrelerden elde edilen hesaplanan parametre bulunmakta ve bunlar güç-zaman eğrisinden elde edilmektedir. Bunlar; kırılabilirlik (fracturability), sertlik (hardness), elastiklik (springiness), sakızimsılık (gumminess), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness) ve çiğnenebilirlik (chewiness) parametreleridir (Kahyaoğlu vd. 2005). Bu çalışmada sertlik, elastiklik, sakızimsılık, iç yapışkanlık parametreleri incelenmiştir.

4.9.1. Sertlik

Sertlik (hardness, N), peynire birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvettir (Yaşar, 2007). Beyaz peynirlerin sertlik değerleriyle ilgili değerler Çizelge 4.6’de bu değerlerden oluşturulan grafik Şekil 4.14’de verilmiştir.

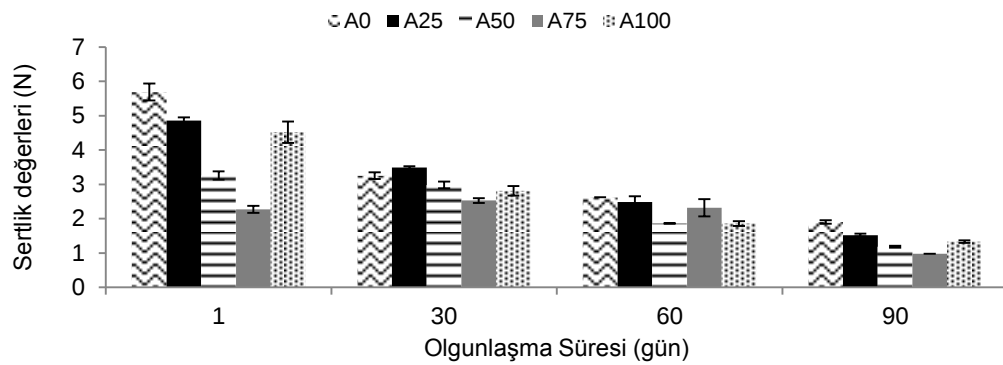
Çizelge 4.6. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin sertlik değerleri (N)

Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	5.69±0.25b,D	4.86±0.09d,o	3.26±0.12a,B	2.27±0.10b,A	4.52±0.31c,C
30	3.25±0.10a,BC	3.49±0.04c,C	2.98±0.10a,B	2.53±0.07b,A	2.81±0.14b,AB
60	2.62±0.00a,B	2.48±0.17b,B	1.86±0.01b,A	2.32±0.25b,AB	1.86±0.07a,A
90	1.90±0.05a,D	1.52±0.04a,C	1.18±0.03a,B	0.98±0.00a,A	1.33±0.04a,B

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.14. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan sertlik değerleri

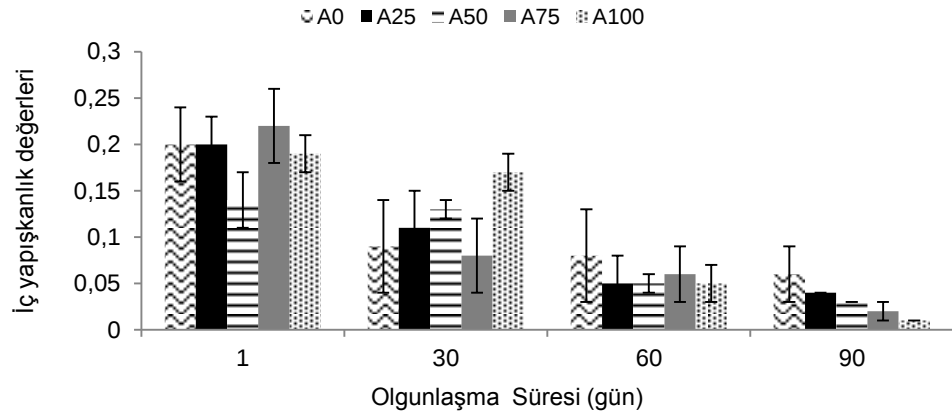
A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimozi kullanılarak üretilen peynirlerin sertlik değerleri incelendiğinde olgunlaşma ile birlikte azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada da Kaşar peynirlerinin sertlik değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir (Yaşar, 2007). Cheddar peynirinin incelendiği bir çalışmada da sertlik değerleri olgunlaşma ilerledikçe azalmıştır (O'Mahony vd. 2005). Olgunlaşmanın 1. gününde en yüksek sertlik değeri (5.69) A0 peynirinde saptanırken; en düşük değer (2.27) A75 peynirinde saptanmıştır. Olgunlaşmanın sonunda en yüksek sertlik değeri (1.90 N) tamamı deve kimozi ile yapılan A0 peynirinde ölçülürken; en düşük değer (0.98 N) Buzağı renneti oranı yüksek olan A75 peynirinde ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan peynirlerin sertlik değerlerine farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının önemli düzeyde etkisi olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Benzer şekilde Hayaloğlu vd. (2014), farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin Beyaz peynirin sertlik değerlerine etkisinin önemli düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Lane vd. (1997), farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının (kimozi ve pepsin) Cheddar peynirlerinin sertlik değerleri üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Fathollahi vd. (2010), İran beyaz peynirlerinde tekstürel değişimlerde α_{s1} -kazein ve β -kazein parçalanmasının önemli bir faktör olduğunu ve peynirin sertlik değerlerini etkilediğini ve olgunlaşma süresinde peynir tekstürünün yumuşamasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

4.9.2. İç Yapışkanlık

İç yapışkanlık (cohesiveness), peynirin ikinci sıkıştırmaya gösterdiği mukavemet şeklinin, sıkıştırmadaki davranışına oranı olarak ifade edilmektedir (Yaşar, 2007). Peynirde iç yapışkanlık proteoliz ile ters orantılı olarak değişmektedir. Olgunlaşma ilerledikçe proteoliz artışı ile birlikte iç yapışkanlık değerinde bir azalma meydana gelmektedir (Şahingil, 2012). Depolama süresi ilerledikçe iç yapışkanlık değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde en yüksek değer (0.06) deve kimozi ile yapılan A0 peynirinde iken, en düşük değer (0.01) ise tamamen Buzağı renneti ile yapılan A100 peynirinde ölçülmüştür. Çizelge 4.7'den de görüleceği üzere peynirlerin iç yapışkanlık değerleri birbirine yakın bulunmuş ve bu durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda da farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olmadığı bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, Farklı

pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin iç yapışkanlık değerleri arasında önemli farklılık olmadığı belirtilmiştir (Yaşar, 2007). Karatekin (2014), Malatya peynirinde iç yapışkanlık değerlerini birbirine yakın bulmuş ve olgunlaşma ilerledikçe değerlerde azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada Cheddar peynirinde iç yapışkanlık değerlerinin olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir (O'Mahony, 2005).



Şekil 4.15. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan iç yapışkanlık değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin İç yapışkanlık değerleri

Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	0.20±0.04a,A	0.20±0.03b,A	0.14±0.03b,A	0.22±0.04b,A	0.19±0.02b,A
30	0.09±0.05a,A	0.11±0.04ab,A	0.13±0.01b,A	0.08±0.04a,A	0.17±0.02b,A
60	0.08±0.05a,A	0.05±0.03a,A	0.05±0.01a,A	0.06±0.03a,A	0.05±0.02a,A
90	0.06±0.03a,A	0.04±0.00a,A	0.03±0.00a,A	0.02±0.01a,A	0.01±0.00a,A

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

4.9.3. Elastiklik

Beyaz peynirlerin elastiklik değerleriyle ilgili değerler Çizelge 4.8’de bu değerlerden oluşturulan grafik Şekil 4.16’de verilmiştir. Elastiklik (springiness index), örneğe ilk sıkıştırma uygulamanın sonrasında peynirin eski haline dönmesinin maksimum deformasyona oranı olarak ifade edilmektedir (Karatekin, 2014). Çizelge 4.8’den de görüleceği gibi 1, 30 ve 90. gün peynirlerin elastiklik değerleri birbirlerinden farklı bulunmuş, ancak 60.gün değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında enzim karışımının peynirler üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Şekil 4.16’de görüldüğü üzere peynirlerin elastiklik değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. O’Mahony vd. (2005) çalışmalarında Cheddar peynirinde elastiklik değerlerinin olgunlaşma ilerledikçe azaldığını ifade etmişlerdir. Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Kaşar peynirlerinin elastiklik değerlerinde önemli düzeyde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Yaşar, 2007). Malatya peynirlerinin elastiklik değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. İstatistiksel olarak peynirlerin elastiklik değerleri arasında farkların önemli düzeyde olmadığı belirtilmiştir (Karatekin, 2014).

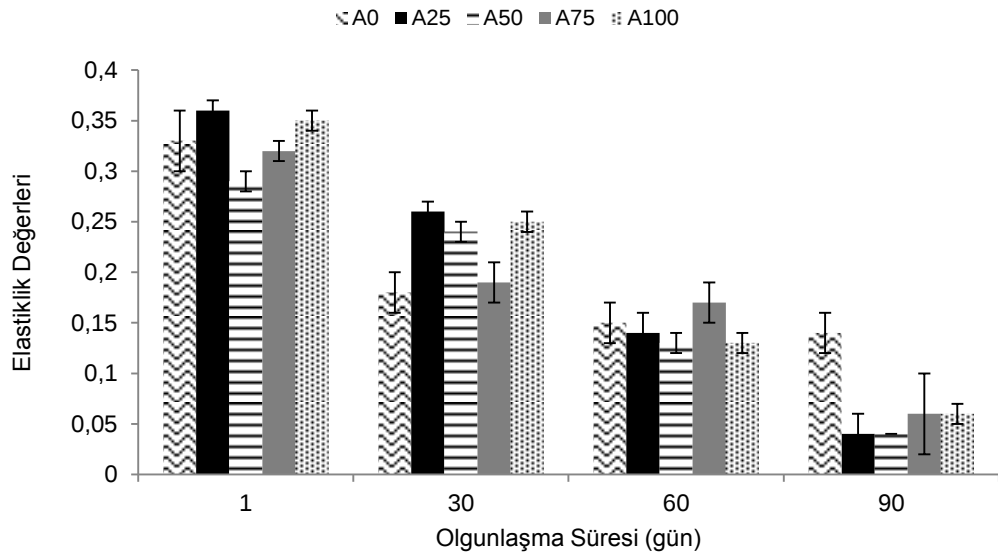
Çizelge 4 8. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin Elastiklik değerleri

Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	0.33±0.03b,AB	0.36±0.01d,B	0.29±0.01d,A	0.32±0.01c,AB	0.35±0.01d,B
30	0.18±0.02a,A	0.26±0.01c,B	0.24±0.01c,AB	0.19±0.02b,A	0.25±0.01c,B
60	0.15±0.02a,A	0.14±0.02b,A	0.13±0.01b,A	0.17±0.02b,A	0.13±0.01b,A
90	0.14±0.02a,B	0.04±0.02a,A	0.04±0.00a,A	0.06±0.04a,AB	0.06±0.01a,AB

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.16. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan elastiklik değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.9.4. Sakızımsılık

Sakızımsılık (gumminess, N), yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak ifade edilmektedir. Sakızımsılık, sertlik değerinin düşük derecesinin ve iç yapışkanlık değerinin yüksek derecesinin çarpımıdır (Fox vd. 2000). Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerde saptanan sakızımsılık değerleri Çizelge 4.9’da, çizelgedeki değerlerden elde edilen grafik ise şekil 4.17’de verilmiştir. Çizelge 4.9’dan da görüleceği gibi, olgunlaşma süresince peynirlerin sakızımsılık değerlerinde önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 1. günü 1.16 N ile en yüksek sakızımsılık değeri A0 peynirinde, en düşük değer ise 0.47 N ile A100 peynirinde ölçülmüştür. Olgunlaşmanın 90.günü sakızımsılık değerleri 0.01-0.11 N arasında değişim göstermektedir. Peynirlerin sakızımsılık değerleri 1. gün birbirinden farklı olmasına rağmen 30, 60 ve 90. gününde birbirine yakın bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda olgunlaşmanın 30. gününden itibaren farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımı kullanılarak üretilen 5 peynir çeşidinin sakızımsılık değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Beyaz peynir incelenen bir çalışmada elastiklik değerlerinde olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma olduğu belirtilmiştir (Şahingil, 2012). Malatya peynirlerinin araştırıldığı bir çalışmada da sakızımsılık değerlerinde olgunlaşma süresince dalgalanmalar görülse de genel olarak değerlerde düşüş gözlemlendiği ifade edilmiştir (Karatekin, 2014). Cheddar peyniri ile ilgili bir çalışmada olgunlaşmaya bağlı olarak sakızımsılık değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir (O’Mahony vd. 2005). Yaşar (2007), Kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerlerinin olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma gösterdiğini ve peynirlerin sakızımsılık değerleri arasında istatistiksel olarak farkların bulunmadığını ifade etmiştir.

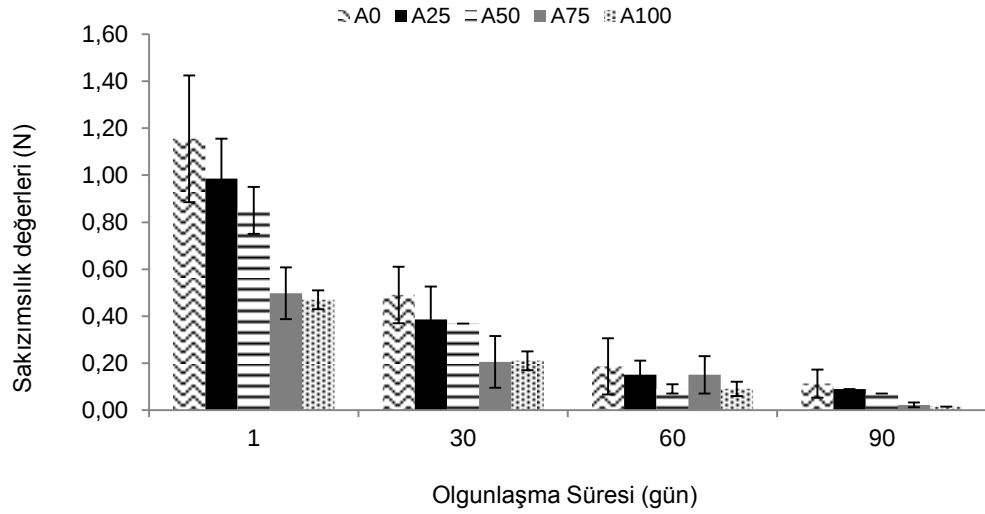
Çizelge 4.9. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin sakızımsılık değerleri (N)

Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	1.16±0.27b,B	0.99±0.17b,AB	0.85±0.10c,AB	0.50±0.11b,A	0.47±0.04c,A
30	0.49±0.12a,A	0.39±0.14a,A	0.37±0.00b,A	0.21±0.11ab,A	0.21±0.04b,A
60	0.19±0.12a,A	0.15±0.06a,A	0.09±0.02a,A	0.15±0.08a,A	0.09±0.03a,A
90	0.11±0.06a,A	0.09±0.00a,A	0.07±0.00a,A	0.02±0.01a,A	0.01±0.00a,A

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0$).



Şekil 4.17. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan sakızımsılık değerleri

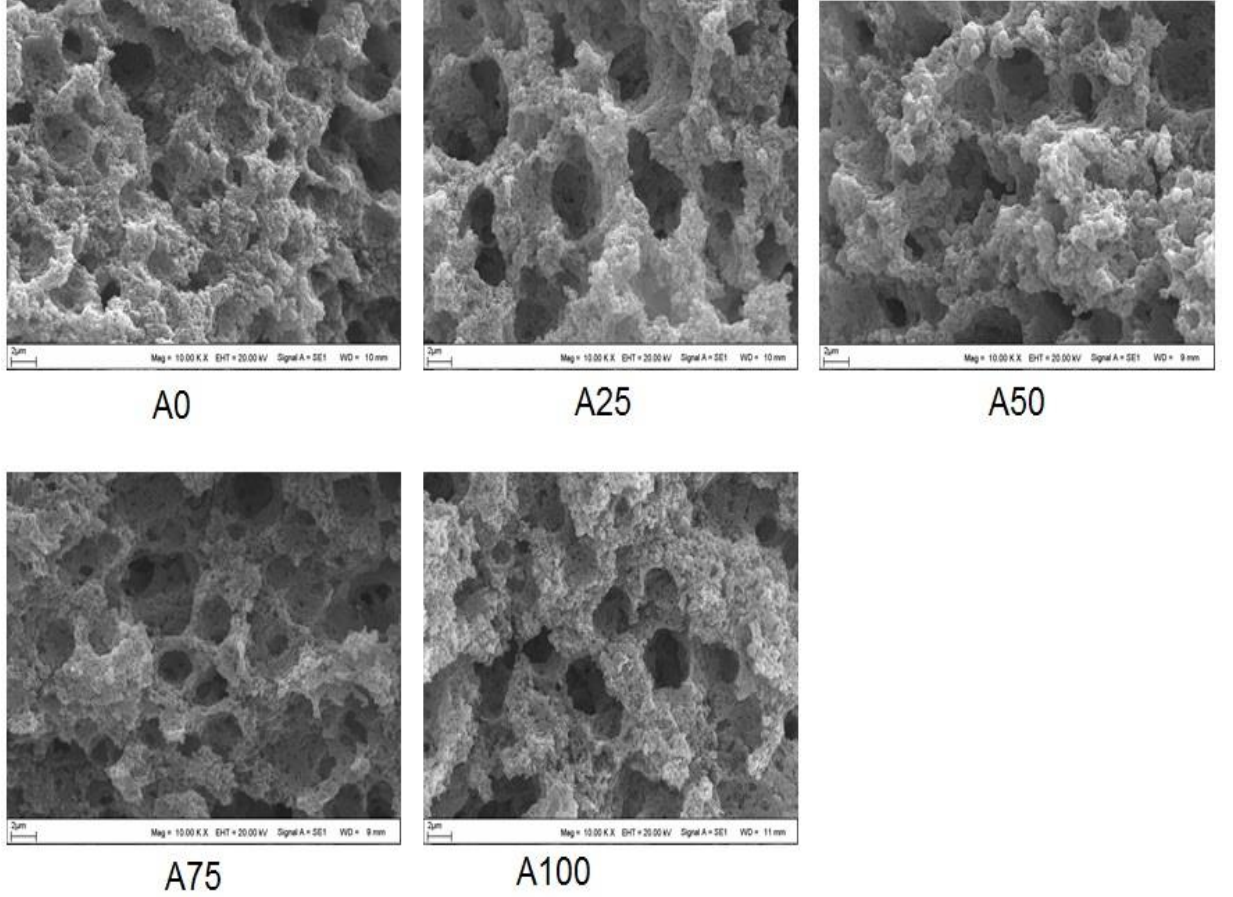
A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.10. Peynirlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntüleri

Beyaz peynirlerin mikroyapısı, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile 10,000× büyütme ile elde edilmiş ve Şekil 4.18’te gösterilmiştir. Farklı pıhtılaştırıcı

enzim karışımının peynirlerin mikroyapısı üzerinde etkisinin çok az olduğu görülmüştür. Şekil 4.18'ten de görüleceği üzere, A0 peynirinin daha küçük boşlukları olduğu ve daha sıkı mikroyapıya sahip olduğu görülmektedir. A25 peynirinde boşlukların diğer peynirlere göre daha belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).

Karatekin (2014)'nin Malatya peynirlerinde yaptığı çalışmada; buzağı renneti kullanılarak üretilen peynirlerin, mikrobiyal rennet kullanılarak üretilen peynirlere oranla daha iri taneli ve daha sıkı mikroyapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Enzim konsantrasyonunun peynirlerin mikroyapısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, kimozen ve bitki kaynaklı pıhtılaştırıcı enzim kullanarak peynir jellerinin mikroyapısını incelenmiştir. Peynir jellerinin arasında mikroyapısal olarak çok az değişiklik olduğunu ifade etmişlerdir (Esteves vd. 2003). Madadlou vd. (2005)'nin İran Beyaz peynirlerinde yaptıkları çalışmada; pıhtılaştırıcı enzimi 3× doz ve 2× doz olarak uygulamışlardır. 3× doz uygulanarak üretilen peynirlerin 2× doz uygulanarak üretilen peynirlere oranla daha iri taneli yapıya ve daha sıkı protein ağına sahip olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.18. Beyaz peynirlerin SEM görüntüleri (10000×)

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.11. Peynirlerin Kalıntı Enzim Aktivitesi

Beyaz peynirlerde saptanan kalıntı enzim aktivitesi substratın pik alanının ürüne dönüşen yüzdesi olarak; yani ürünün pik alanının substratın pik alanına oranı (yüzde olarak) hesaplanmıştır. Buna göre, sonuçlar Çizelge 4.10'de ve Şekil 4.18'de verilmiştir. Çizelge 4.10'de de görüldüğü üzere A0 peynirinin kalıntı enzim aktivitesi değerleri olgunlaşmanın 60. gününe kadar azalma göstermiştir. A50 peynirinde de benzer durum görülmüştür. A25, A75 ve A100 peynirlerinde ise olgunlaşma boyunca dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde peynirlerin kalıntı enzim aktiviteleri 12.22-31.02 arasında değerler alırken, olgunlaşmanın 60. gününde 6.61-22.49 arasında ölçülmüştür. Olgunlaşmanın 1. gününde en yüksek değeri A0 peyniri (31.02) alırken, olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde ise A25 peyniri en yüksek

değerleri almıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda buzağı renneti ve deve kimosini enzimlerinin farklı oranda karışımının peynir örnekleri üzerine etkisinin önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$). Deve kimosini oranı yüksek olan peynirlerin yüzde alan olarak hesaplanan kalıntı enzim aktivitesinin buzağı renneti ile yapılan peynirlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bansal vd. (2009) çalışmalarında peynirlerin kalıntı enzim aktivitesinin sadece peynirin türüne değil, aynı zamanda peynirlerin yapımında kullanılan pıhtılaştırıcı enzimin çeşidi, sıcaklık gibi önemli faktörlere de bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

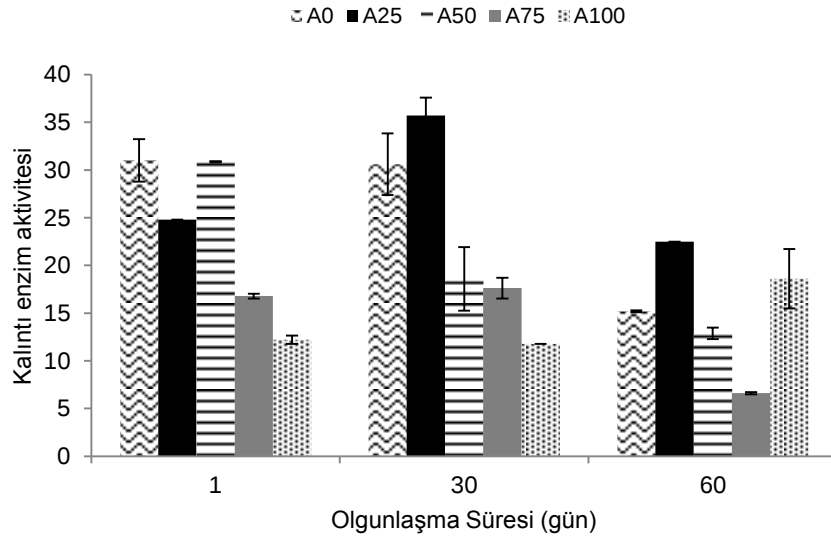
Çizelge 4.10. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin kalıntı enzim aktivitesi (Ürün yüzde alanı)

Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
	A0	A25	A50	A75	A100
1	31.02±2.23b,D	24.79±0.00ab,C	30.86±0.08ab,D	16.79±0.25b,B	12.22±0.43a,A
30	30.61±3.24b,B	35.74±1.87c,B	18.60±3.33ab,A	17.63±1.10b,A	11.79±0.00a,A
60	15.18±0.10a,B	22.49±0.00a,C	12.89±0.60a,B	6.61±0.12a,A	18.62±3.12b,B

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.19. Peynirlerin kalıntı enzim aktivitesi değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

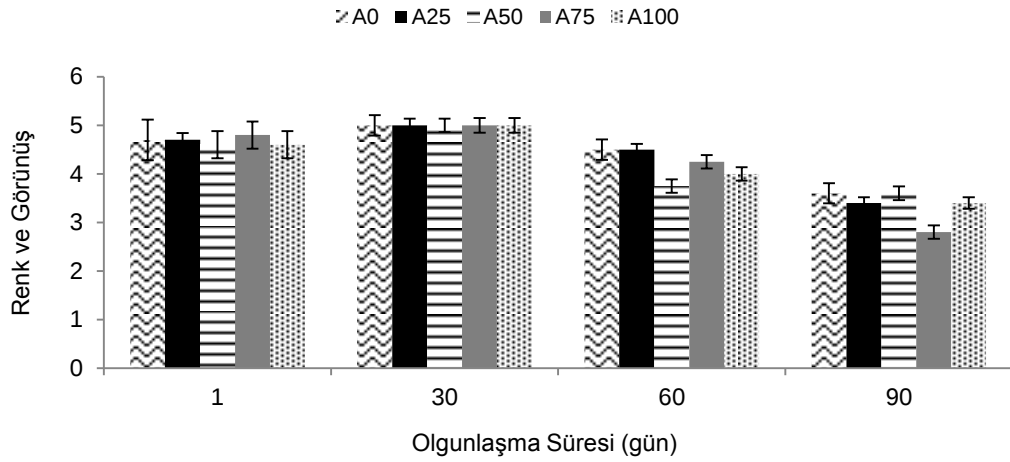
4.12. Peynirlerin Duyusal Özellikleri

Peynirlerde olgunlaşma süresince duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.11’de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinin renk ve görünüş, yapı ve tekstür, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik özellikleri değerlendirilmiştir.

4.12.1. Renk ve Görünüş

Beyaz peynirlerde saptanan renk ve görünüş puanları Çizelge 4.11’da ve bunların olgunlaşma süresince değişimi Şekil 4.20’de verilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre olgunlaşmanın başlangıcında peynirlerin renk ve görünüş puanları 4.60 ile 4.80 arasında değişirken, 90. gün sonunda tüm peynirlerin puanları düşüş göstererek 2.80 ile 3.60 arasında puanlar almıştır (Çizelge 4.11). Olgunlaşma süresince ve özellikle olgunlaşmanın 90. gününde en yüksek renk ve görünüş puanlarına A0 ve A50 peynirlerinin, en düşük puana ise A75 peynirinin sahip olduğu

görülmüştür. Olgunlaşma ilerledikçe peynirlerin renk ve koku değerlerinde azalma görülürken, farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynir örnekleri üzerinde önemli düzeyde etkisinin olmadığı görülmektedir. Karaca (2007), Beyaz peynirin özelliklerini incelediği çalışmasında, peynirlerde renk olarak çok büyük farklılıklar gözlenmemiş olsa da farklı oranlarda enzim ilavesinin görünüş özelliklerini değiştirdiğini ifade etmiştir. Yaşar (2007), olgunlaşmanın başlarında Kaşar peyniri örneklerinin görünüş puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlemezken, olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerde önemli farkların olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 4.20. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan renk ve görünüş değerleri

A0: Deve kimozeni-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimozeni-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimozeni-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti-Deve kimozeni (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimozeni (100:0)

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda buzağı renneti ve deve kimosini kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin duyuşal değeri

Duyuşal parametre	Olgunlaşma süresi (Gün)	Peynirler				
		A0	A25	A50	A75	A100
Renk ve Görünüş	1	4.70± 0.42b,A	4.70± 0.14 c,A	4.60±0.28 b,A	4.80± 0.28c,A	4.60± 0.28c,A
	30	5.00± 0.21b,A	5.00±0.14 d,A	5.00± 0.14c,A	5.00±0.15 c,A	5.00± 0.15d,A
	60	4.50± 0.21b,A	4.50± 0.12b,A	3.75± 0.14a,A	4.25±0.14 b,A	4.00±0.14 b,A
	90	3.60±0.21a,A	3.40± 0.12a,A	3.60±0.14 a,A	2.80±0.14 a,A	3.40± 0.12a,A
Yapı ve Tekstür	1	3.60± 0.85a,A	4.20± 0.85a, A	3.70± 0.71a,A	4.10± 0.71b,A	3.70±0.71 a,A
	30	3.10± 0.14a,A	4.15± 0.49a,A	3.95± 0.64a,A	4.40± 0.85b,A	3.70±0.85 a,A
	60	3.00± 0.15a,A	3.00± 0.30a,A	3.50± 0.30a,A	3.50±0.40ab,A	2.75± 0.3a,A
	90	3.20± 0.14a,A	3.00±0.14 a,A	3.00± 0.14a,A	2.40±0.30 a,A	3.40±0.3 a,A
Tat ve Koku	1	7.50±0.44 a, A	7.00± 0.28b,A	7.30± 0.14c,A	7.20± 0.6a,A	8.00± 0.6c,A
	30	6.30± 0.42 a,A	6.88±0.59 b,A	5.75±0.35b,A	7.18± 0.6a,A	6.63± 0.6bc,A
	60	5.50±0.40 a,A	4.75±0.28ab,A	5.25±0.14b,A	2.75±0.5 a,A	3.25± 0.5a,A
	90	5.00± 0.40a,A	3.80± 0.28a,A	3.40±0.14 a,A	4.00±0.5 b,A	4.20± 0.5ab,A
Genel Kabul Edilebilirlik	1	4.40±0.28 b,A	3.90±0.14c,A	3.80±0.57 a,A	3.90±0.42 b,A	4.10±0.42 b,A
	30	3.45± 0.07 a,A	3.90±0.14 c,A	3.00±0.27 a,A	4.08±0.45 b,A	3.73±0.25 b,A
	60	3.25±0.07 a,A	2.75± 0.14a,A	3.50± 0.27a,A	2.25± 0.42 a,A	2.25±0.22 a,A
	90	4.00± 0.07b,A	3.40±0.14 b,A	3.60± 0.27a,A	3.20±0.42ab,A	4.00±0.22b,A

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

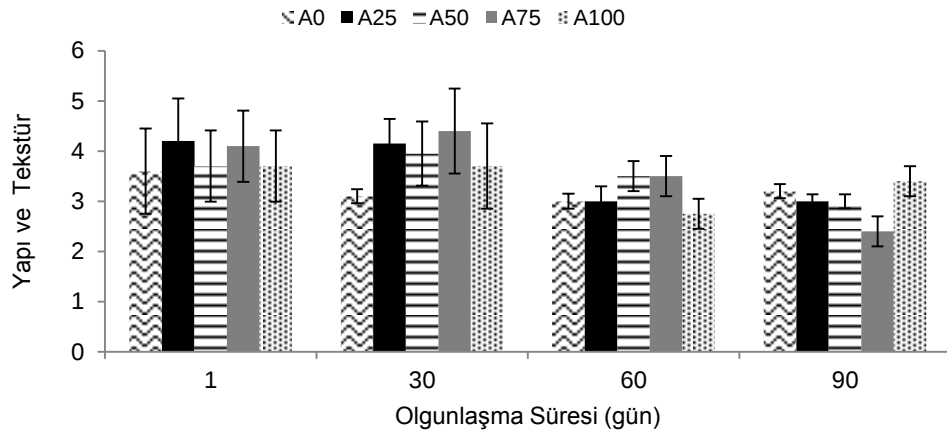
a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değeri birbiriinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değeri birbiriinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

4.12.2. Yapı ve Tekstür

Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca belirlenen kitle ve yapı puanlarına ait ortalama değeri Çizelge 4.11 ve değerişimleri Şekil 4.21’da verilmiştir. A25 peynirinin olgunlaşmanın birinci gününde 5 tam puan üzerinden 4.20 puan alarak en yüksek değeri sahip olduğu görülmüştür. En düşük puan ise 3.60 ile A0 peyniri almıştır. Olgunlaşma döneminin sonunda ise A100 peyniri diğeri peynirlere kıyasla daha yüksek puan almıştır. En düşük değeri 2.40 ile A75 peynirinde görülmüştür. Analiz sonuçlarının istatistiksel değeriendirmesi sonucunda,

peynirlerin yapı ve tekstür puanları üzerine farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur. Olgunlaşma ilerledikçe yapı ve tekstür değerlerinde dalgalanmalar görülse de genel olarak düşüş gözlemlenmiştir. Beyaz peynir ile ilgili bir çalışmada yapı ve tekstür sonuçlarına bakıldığında peynirlerin kitle ve yapı puanları üzerine enzim ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğu ifade edilmiştir ($P \leq 0.05$) (Karaca, 2007). Kaşar peynirlerinin doku puanlarında olgunlaşma süresince azalma meydana gelmiştir (Yaşar, 2007)



Şekil 4.21. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan yapı ve tekstür değerleri

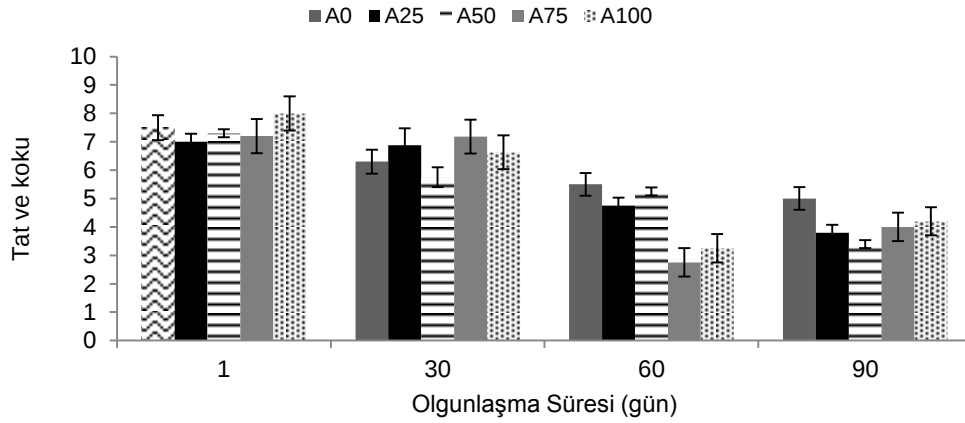
A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.12.3. Tat ve Koku

Peynir olgunlaşması üzerine yapılan çalışmalarda en çok üzerinde durulan noktaların başında tat gelmektedir. Enzimlerin etkisi ile açığa çıkan parçalanma ürünleri, değişik tatların oluşmasına neden olmaktadır. Enzimler ile yapılan çalışmalarda en çok karşılaşılan tat sorunu ise, olgunlaşmanın ilerlemesi ile acılık oluşumudur. Beyaz peynirlerde olgunlaşma boyunca elde edilen tat ve koku puanlarında meydana gelen değişimlere ait ortalama değerler standart sapma ile birlikte Çizelge 4.11’de verilmiştir. Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin tat ve koku puanları üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı görülmüştür. Tamamen buzağı renneti içeren A100 peyniri olgunlaşmanın 1. günü 8.00 ile en yüksek puanı almıştır. Yüksek oranda buzağı renneti içeren A75 peynirinin

olgunlaşmanın 30. gününde en yüksek puan aldığı görülmüştür. Olgunlaşmanın 60. günde ise en yüksek değeri (5.50) A0 peyniri alırken, en düşük değer A75 (2.75) peyniri ile eşleşmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde en yüksek puanı alan A0 peynirini (5.00) sırasıyla 4.20 ile A100 peyniri, 4.00 ile A75 peyniri, 3.80 ile A25 peyniri ve 3.40 ile A50 peyniri izlemiştir. Olgunlaşma süresince, peynirlerin tat ve koku puanlarında azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.22).

Topçu ve Saldamlı (2006), ürettikleri Beyaz peynirlerin duysal özelliklerinin olgunlaşma süresinden etkilendiğini ve olgunlaşma süresi ilerledikçe tat ve koku değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Karaca (2007), çalışmasında olgunlaşma boyunca Beyaz peynirlerin tat ve koku puanlarında azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Yaşar (2007), çalışmasında Kaşar peynirlerinin lezzet puanlarında olgunlaşma süresince azalma olduğunu ifade etmiştir.



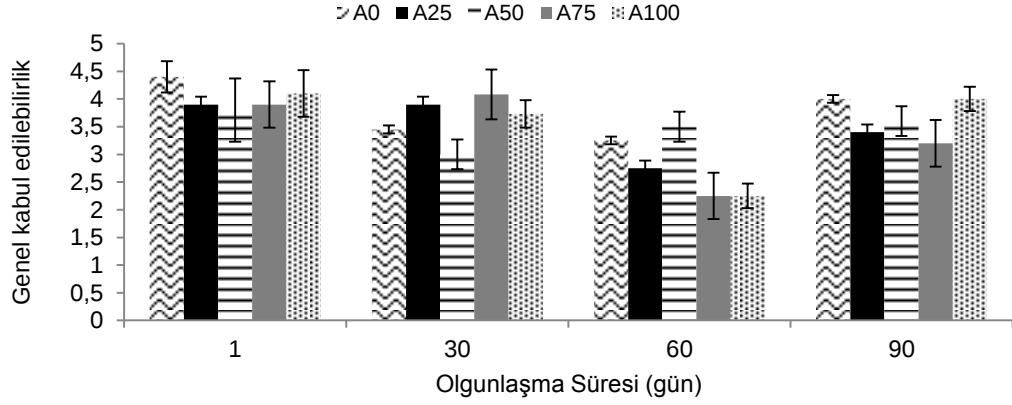
Şekil 4.22. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan tat ve koku değerleri

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti- Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

4.12.4. Genel Kabul Edilebilirlik

Olgunlaşma süresince aynı sıcaklıkta depolanan Beyaz peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları ve 90 günlük depolama sürecindeki değişimleri standart sapma değerleri ile birlikte Çizelge 4.11’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.23’te verilmiştir.

Farklı oranlarda enzim kullanılarak üretilen 5 peynirin genel kabul edilebilirlik puanları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Olgunlaşmanın 1. gününde en düşük puanı 3.80 ile A50 peyniri alırken, en yüksek puanı ise 4.40 ile A0 peyniri almıştır. Olgunlaşmanın son gününde en yüksek puanlar 4.00 ile A0 ve A100 peynirlerinde görülürken, A75 ise 3.20 puanı ile en düşük değere sahip olmuştur.



Şekil 4.23. Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan genel kabul edilebilirlik değerler

A0: Deve kimosini-Buzağı renneti (100:0), A25: Deve kimosini-Buzağı renneti (75:25), A50: Deve kimosini-Buzağı renneti (50:50), A75: Buzağı renneti-Deve kimosini (75:25), A100: Buzağı renneti- Deve kimosini (100:0)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı pıhtılaştırıcı enzimler (buzağı rennetive deve kimozi) kullanılarak ve bu enzimler farklı oranlarda karıştırılarak (0:1.0, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25 ve 1.0:0) Beyaz peynir üretilmiş, uygulamanın Beyaz peynirin bazı fonksiyonel ve olgunlaşma özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. İki farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin kimyasal bileşimleri (kuru madde, tuz, pH, titrasyon asitliği, yağ ve protein) yapısal özellikleri (tekstür, eriyebilirlik özellikleri, SEM) ve proteoliz (elektroforetik jel görüntüleri, HPLC peptid profilleri ve çözünür azot fraksiyonları), kalıntı enzim aktivitesi, toplam serbest aminoasit değerleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin kimyasal bileşimleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Buzağı renneti kullanılarak üretilen peynirlerin daha yüksek proteoliz özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin β - ve α_{s1} - kazeinlerin parçalanmaları üzerinde etkili olduğu tespit edilirken, olgunlaşmanın hiçbir evresinde peynirlerin üre-PAGE jel elektroforezi farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımından etkilenmemiştir.

Peynirlerin RP-HPLC peptid profillerine bakıldığında, olgunlaşmanın sonunda farklı oranlarda deve kimozi ve buzağı renneti karıştırılarak üretilen peynirlerin peptid profilleri arasında çok az farklılık görülmektedir. Olgunlaşma süresince peynirlerin toplam serbest aminoasit değerleri artmıştır. Yüksek oranda buzağı renneti içeren peynirlerin toplam serbest aminoasit değerlerinin, deve kimozi oranı yüksek olarak üretilen peynirlerin değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Olgunlaşma ilerledikçe peynirlerin eriyebilirlik değerleri artmıştır. Yüksek oranda buzağı renneti içeren peynirlerin eriyebilirlik değerlerinin, deve kimozi oranı yüksek olan peynirlerin eriyebilirlik değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tekstür Profil Analizler değerlerine bakıldığında peynirlerin sertlik ve elastiklik değerleri üzerinde farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının etkili olduğu saptanırken peynirlerin iç yapışkanlık ve sakızimsılık değerleri üzerinde farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının etkili olmadığı saptanmıştır. Sertlik değerleri göz

önünde alındığında buzağı renneti oranı yüksek olan peynirlerin, deve kimosini oranı yüksek peynirlerden daha yumuşak olduğu tespit edilmiştir.

Peynirlerin duysal analiz sonuçlarına bakıldığında farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının önemli düzeyde etkili olmadığı saptanmıştır. Peynirlerin SEM görüntülerine bakıldığında farklı pıhtılaştırıcı enzim karışımının peynirlerin mikroyapısı üzerinde etkisinin çok az olduğu görülmüştür. Kalıntı enzim aktivitesi değerlerinde ise buzağı renneti ve deve kimosini enzimlerinin karışımının peynir örnekleri üzerine etkisinin önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular göz önünde bulundurularak, Beyaz peynir üretiminde bu beş peynir örneğinden, deve kimosini bileşimi azaltılıp, buzağı rennetinin yüksek oranda kullanılmasının peynirlerin proteolizini artırabileceği ve fonksiyonel özelliklerini iyileştirebileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akın, N. (1996). Peynir yapımında kullanılan süt pıhtılaştırıcı enzimler ve bunların bazı özellikleri. *Gıda*, **21**, 435-442.
- Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C., Yıldız, M.A. (2003). Changes of free fatty acid contents and sensory properties of White pickled cheese during ripening. *Food Chem.* **80**, 77-83.
- Andrews, A.T. (1983). Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins. *J. Dairy Res.* **50**, 45–55.
- Anonim, (2000). Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş, İçme Sütleri Tebliği, Resmi Gazete, 14 Şubat 2000, 23964, 27-37.
- Azarnia, S., Ehsani, M.R., Mhradi, S.A. (1997). Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during ripening of Iranian Brine cheese. *Int. Dairy J.* **7**, 473-478.
- Bansal, N., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (2009). 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., McSweeney P.L.H. (2009b). Suitability of recombinant camel (*Camelus dromedarius*) chymosin as a coagulant for Cheddar cheese. *Int. Dairy J.* **19**, 510–517.
- Blakesley, R.W., Boezi, J.A. (1977). A new staining technique for proteins in polyacrylamide gels using Coomassie Brilliant Blue G250. *Anal. Biochem.* **82**, 580-581.
- Broome, M.C., Limsowtin, G.K.Y. (1998). Milk coagulants. *Aust J. Dairy Technol.* **53**, 188-190.
- Broome, M.C., Xu, X., and Mayes, J.J., (2006). Proteolysis in Cheddar Cheese Made with Alternative Coagulants. *Aust. J. Dairy Technol.* **61**, 85- 87.

- Bruno, M.A., Lazza, C.M., Errasti, M.E., López, L.M.I., Caffini, N.O., Pardo, M.F. (2010). Milk clotting and proteolytic activity of an enzyme preparation from *Bromelia hieronymi* fruits. *Food Sci. Technol.* **43**, 695–701.
- Çelebi M. (2011). *Farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin olgunlaşma süresince Örgüpeynirinin özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Çepoğlu F. (2005). *Beyaz peynir üretiminde rekombinant kimozen kullanım olanaklarının araştırılması*. Yüksek Lisans tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Çepoğlu, F., Güler-Akın, M.B. (2013). Effects of coagulating enzyme types (commercial calf rennet, *Aspergillus niger* var. *Awamori* as recombinant chymosin and *Rhizomucor miehei* as microbial rennet) on the chemical and sensory characteristics of White pickled cheese. *African J. Biotechnol.* **12**, 5588-5594.
- Çürük M. (2006). *Kaşar benzeri peynirlerin bazı özellikleri üzerine eritme tuzu kullanımının ve olgunlaşma süresinin etkileri*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Dave, R.I., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Broadbent, J.R. (2003). Influence of coagulant level on proteolysis and functionally of Mozzarella cheese made using direct acidification. *J. Dairy Sci.* **86**, 114-126.
- Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Yazıcı, F. (2007). Peynir Yapımında Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Kazein Fraksiyonları Üzerine Etkileri. *Gıda.* **32**, 241-239.
- Emmons, D.B., Becket, D.C., Binns, M. (1990). Milk-clotting enzymes. 1. Proteolysis during cheese making in relation to estimated losses of yield. *J. Dairy Sci.* **73**, 2007-2015.
- Esteves, C.L.C., Lucey, J.A., Wang, Pires, E.M.V. (2003). Effect on pH on the gelation properties of skim milk gels made from plant coagulants and chymosin. *J. Dairy Sci.* **86**, 2558-2567.

- Fathollahi, I., Hesari, J., Azadmard, S., Oustan, S. (2010). Influence of proteolysis and soluble calcium levels on textural changes in the interior and exterior of Iranian-UF white cheese during ripening. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. **66**,844-849.
- Folkertsma, B., Fox, P.F. (1992). Use of Cd-ninhydrin Reagent to Assess Proteolysis in Cheese During Ripening. *J. Dairy Res.* **59**, 217-224.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000). *Fundamentals of Cheese Sciences*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication.
- Fox, P.F, McSweeney, P.L.H. (1996). Proteolysis in Cheese During Ripening. *Food Rev. Int.* **12**, 457- 509.
- Galán, E., Prados, F., Pino, A., Tejada, L., & Fernández-Salguero, J. (2008). Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheese made with sheep milk. *Int. Dairy J.***18**, 93–98.
- Güven, M., Cadun, C., Karaca, O.B., Hayaloğlu, A.A. (2008). Influence of rennet concentration on ripening characteristics of halloumi cheese. *J. Food Biochem.* **32**, 615-627.
- Hayaloğlu, A.A., Guven, M., Fox, P.F. (2002). Microbiological biochemical and technological properties of Turkish White cheese “Beyaz Peynir”. *Int. Dairy J.* **12**, 635–648.
- Hayaloğlu A.A. (2003). *Starter olarak kullanılan bazı Lactococcus suşlarının Beyaz peyirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M., Fox, P.F., Hannon, J.A., Mcsweeney, P.L.H. (2004). Proteolysis in Turkish White-Brined Cheese Made with Defined Strains of *Lactococcus*. *Int. Dairy J.* **14**, 599-610.
- Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (2005). Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish White brined cheese during ripening. *J. Dairy Sci.* **88**, 3460-3474.

- Hayaloğlu, A.A., Deegan, K.C., McSweeney, P.L.H. (2010). Effect of milk pasteurization and curd scalding temperature on proteolysis in Malatya, a Halloumi-type cheese. *Dairy Sci. Technol.* **90**, 99-109.
- Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (2011). Kazein kimyası ve sütün pıhtılaşma mekanizması (pp:53-78). In: Hayaloğlu, A.A., Özer, B., (Ed), *Peynir Biliminin Temelleri*, Sıdaş, İzmir.
- Hayaloğlu, A.A., Karatekin, B., Gürkan, H. (2014). Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties. *Int. Dairy J.* **38**, 1-9.
- 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.
- Jensen, J.L., Molgaard, A., Poulsen, J.C.N., Harboe, M.K., Simonsen, J.B., Lorentzen, A.M. (2013). Camel and bovine chymosin: the relationship between their structures and cheese-making properties. *Acta Cryst.* **69**, 901-913.
- Kahyaoğlu, T., Kaya, S., Kaya, A. (2005). Effects of Fat Reduction and Curd Dipping Temperature on Viscoelasticity, Texture and Appearance of Gaziantep Cheese. *Food Sci. Technol. Int.* **11**, 191-198.
- Kappeler, S.R., van der Brink, H.J.M., Rahbek-Nielsen, H., Farah, Z., Puhon, Z., Hansen, E.B., 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.
- Karaca O.B. (2007). *Mikrobiyel kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanımının Beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Karaca, O. B., Güven, M. (2004). Mikrobiyolojik Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşma Hızları Üzerine Etkileri. *Gıda*, **29**, 239-248.
- Karatekin B. (2014). *Bazı üretim parametrelerinin Malatya peynirinin fonksiyonel ve olgunlaşma özellikleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Kaya Yaşar E. (2011). *Beyaz peynir üretiminde rennet macunu kullanımı ve peynir kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kuchroo, C.N., Fox, P.F. (1982). Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*. **37**, 331-335.
- Kumar, A., Sharma, J., Mohanty, A.K., Grover, S., Batish, V.K. (2006). Purification and characterization of milk clotting enzyme from goat (*Capra hircus*). *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.* **145**, 108–113.
- Low, Y.H., Agboola S, Zhao J and Lim M.Y. (2006). Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *Int. Dairy J.*, **16**, 335–343.
- Lamothe, S., Robitaille, G., St-Gelais, D., Britten M. (2007). Short Communication: Extraction of β -Casein from Goat Milk. *J. Dairy Sci.* **90**, 5380–5382
- Lane, C.N., Fox, P.F., Johnston, D.E., McSweeney, P.L.H. (1997). Contribution of Coagulant to Proteolysis and Textural Changes in Cheddar Cheese During Ripening. *Int. Dairy J.* **7**, 453-464.
- Lucey, J.A., Johnson, M.E., Horne, D.S. (2003). Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *J. Dairy Sci.* **86**, 2725-2773.
- Madadlou, A., Khosrowshahi, A., Mousavi, M.E. (2005). Rheology, microstructure, and functionality of low-fat Iranian white cheese made with different concentrations of rennet. *J. Dairy Sci.* **88**, 3052–3062.

- McSweeney, P.L.H., Nursten, H.E., Urbach, G. (1995). Flavours and off-Flavours in Milk and Dairy Products. (pp. 403-468) *In Advanced Dairy Chemistry 3. Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*, Ed: Fox, P.F. Fox Chapman and Hall, London, England.
- 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.
- Møller, K.K., Rattray, F.P., Sørensen, J.C., Ardö, Y. (2012). Comparison of the Hydrolysis of Bovine κ -Casein by Camel and Bovine Chymosin: A Kinetic and Specificity Study. *J. Agric. Food Chem.* **60**, 5454–5460.
- Moynihan, A.C., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A., McSweeney, P.L.H. (2014). Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* **97**, 85–96.
- Okur, Ö.D., Ertekin, B., Seydim, Z. (2007). Peynir olgunlaşması süresince proteolizi etkileyen faktörler. *Academic Food Journal. Akademik Gıda* **5** Sayı:27
- O'Mahony, J.A., Lucey, J.A., McSweeney, P.L.H. (2005). Chymosin-Mediated Proteolysis, Calcium Solubilization, and Texture Development During the Ripening of Cheddar Cheese. *J. Dairy Sci.* **88**, 3101–3114.
- O'Mahony, J.A., Sousa, M.J., McSweeney, P.L.H. (2003). Proteolysis in miniature Cheddar-type cheeses made using blends of chymosin and *Cynara cardunculus* proteinases as coagulant. *Int. J. Dairy Technol.* **56**, 52-58.
- Pedersen, V.B., Christensen, K.A., Foltmann, B. (1979). Investigations on the activation of bovine prochymosin. *Eur. J. Biochem.* **94**, 573–580.
- Pezeshki, A., Hesari, J., Zonoz, A.A., Ghambarzadeh, B. (2011). Influence of withania coagulans protease as a vegetable rennet on proteolysis of Iranian UF White Cheese. *J. Agr. Sci. Tech.*, **13**, 567-576.

- Pino A., Prados F., Galán E., McSweeney P.L.H., Salguero J.F. (2009). Proteolysis during the ripening of goats' milk cheese made with plant coagulant or calf rennet. *Food Res. Int.* **42**, 324-330.
- Roseiro, L.B., Barbosa, M., Ames J.M., Wilbey, R.A. (2003). Cheese making with vegetable coagulants the use of *Cynara cardunculus L.* for the production of ovine milk cheeses. *Int. J. Dairy Technol.* **56**, 76–85.
- SAS (1995) User's Guide: Statistics, Version 6.12 Edition. Cary, NC: SAS Institute
- Shalabi, S.I., Fox, P.F. (1987). Electrophoretic analysis of cheese, comparison of methods. *Irish J. Food Sci. Technol.* **11**, 135–151.
- Sheehan, J.J., O'Sullivan, K., Guinee, T.P. (2004). Effect of coagulant type and storage temperature on the functionality of reduced-fat Mozzarella cheese. *Lait*. **84**, 551-566.
- Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney, P.L.H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.* **11**, 327-345.
- Sousa, M.J., Malcata, F.X. (1997). Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical, and proteolysis characteristics of ovine cheese. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 74-81.
- Şahan N., Yasar K., Hayaloglu A.A., Karaca O.B., Kaya A. (2008). Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. *J. Dairy Res.* **75**, 1-7.
- Şahingil D. (2012). *Beyaz peynir üretiminde kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin proteoliz, ace-inhibisyon aktivitesi ve aroma oluşumuna etkilerinin belirlenmesi*. Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Şenel,E.(2015) http://www.agri.ankara.edu.tr/sut/1336_sutkimyasi_biyokimyasi.pdf
- Şengül, M., Erkaya, T., Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Gül, O. (2014). Compositional, biochemical and textural changes during ripening of Tulum cheese made with different coagulants. *Int. J. Dairy Technol.* **67**, 373-383.

- Tejada, L., Abellan, A., Cayuela, J.M., Martinez-Cacha, A., Fernández- Salguero, J. (2008). Proteolysis in goats' Milk Cheese Made with Calf Rennet and Plant Coagulant. *Int. Dairy J.* **18**, 139-146.
- Topçu A. (2004). *Kaşar ve Beyaz peynirlerde acılaşılmaya yol açan peptidlerin saptanması ve acılaşımda depolama koşulları ile starter kültürlerinin etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Topçu, A., Saldamli, I. (2006). Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows milk, *Int. J. Food Prop.* **9**, 665–678.
- TUİK (2014). <http://www.tuik.gov.tr> (on-line Access on 20 july, 2015).
- Trujillo, A.J., Guamis, B., Laencina, J., López, M. (2000). Proteolytic activities of some milk clotting enzymes on ovine casein. *Food Chem.* **71**, 449-457.
- USK (2013). <http://www.ulusalutkonseyi.org.tr> (on-line Access on 20 july, 2015).
- Üçüncü, M. (2004). *A ' dan Z ' ye Peynir Teknolojisi* (II. Cilt), Meta Basım Matbaacılık, Bornova, İzmir, 545-1235s,
- Ulus Y. (2012). *Endüstriyel kullanım amaçlı kimozen enziminin alternatif bir sistemle rekombinant olarak üretilmesi, saflaştırılması ve karakterizasyonu*. Doktora tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Yaşar K. (2007). *Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkisi*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yaşar, K., Güzeler, N. (2011). Effects of coagulant type on the physicochemical and organoleptic properties of Kashar cheese. *Int. J. Dairy Technol.* **64**, 372-379.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Pınar GÜMÜŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya-11.12.1989

Adres: Kilis 7 Aralık Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü / KİLİS

E-Posta: pinargumus@kilis.edu.tr

Lisans: Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2013)

Yüksek Lisans (Varsa): İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2015)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Kilis/Merkez (Kasım 2013-Devam ediyor)

Görevler:

- Araştırma Görevlisi

Yayın Listesi:

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Hayaloglu, A.A., Gümüş, P. (2014). Comparison of the blends of camel chymosin and calf rennet on cheese-making performance and quality characteristics of white-brined cheese. 9th Cheese symposium, 12-13 November 2014, Cork, Ireland.