

S. VAROL, 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



T.C.  
NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAZEİN HİDROLİZATININ TULUM PEYNİRİNDE  
KULLANILMASI

SEMRA VAROL

Ağustos 2019



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAZEİN HİDROLİZATININ TULUM PEYNİRİNDE  
KULLANILMASI

SEMRA VAROL

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Metin YILDIRIM

Ağustos 2019

**Semra VAROL** tarafından **Prof. Dr. Metin YILDIRIM** danışmanlığında hazırlanan “**Kazein Hidrolizatının Tulum Peynirinde Kullanılması**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Metin YILDIRIM  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Hakan ERİNÇ  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi



Üye : Dr. Öğretim Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER  
Kapadokya Üniversitesi



**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../20.... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../2019

**Doç. Dr. Murat BARUT**  
**MÜDÜR**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Semra VAROL



## ÖZET

### KAZEİN HİDROLİZATININ TULUM PEYNİRİNDE KULLANILMASI

VAROL, Semra

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Metin YILDIRIM

Ağustos 2019, 52 sayfa

Bu çalışmanın amacı, Neutrase enzimi ile %10 düzeyinde hidrolize edilen sodyum kazeinat ilavesinin Tulum peynirinin bazı özellikleri üzerine etkisini incelemektir. Bu amaçla telemeye, kurumaddesinin %0 (kontrol), %2,5 (25H) ve %5'i (50H) düzeyinde hidrolize kazein eklenip 3 çeşit Tulum peyniri üretilmiş ve 4-6°C'de 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Peynirlerde, titrasyon asitliği (%laktik asit eşdeğeri), pH, kurumadde, tuz, yağ, protein, suda çözünen protein, trisin SDS-PAGE, duyuşal değerlendirme ve M17 agar (M17-LAB) ile MRS agarda gelişebilen laktik asit bakterileri (MRS-LAB) sayımı analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği %0,83-1,09, pH 5,05-5,11, kurumadde %53,22-54,82, yağ %28,96-29,52, tuz %2,76-3,00, protein %21,73-23,30, suda çözünen protein %2,75-5,29 ve olgunlaşma katsayısı oranlarının %11,93-23,92 arasında değiştiğı saptanmıştır. Kontrol örneğinin 90. günde ulaştığı olgunlaşma düzeyine, 25H ve 50H örneklerinin 60. günde ulaşması nedeniyle olgunlaşma süresinin en az 30 gün kısaltılabileceğı görülmüştür. Hidrolize kazein ilavesi, M17-LAB ve MRS-LAB sayısını önemli ölçüde arttırmıştır. 25H ve 50H örnekleri, 15. ve 30. günlerde istatistiksel olarak önemsiz de olsa kontrol örneğine göre panelistlerce daha fazla beğenilmiştir. Çalışma sonucunda, Neutrase ile %10 düzeyinde hidrolize edilen kazeinin Tulum peynirinin olgunlaşma süresini kısaltmak için kullanılabileceğı belirlenmiştir.

*Anahtar Sözcükler:* Tulum peyniri, hızlı olgunlaştırma, kazein hidrolizi, Neutrase, kimyasal bileşim, duyuşal nitelikler

## SUMMARY

### USE OF CASEIN HYDROLYSATE IN TULUM CHEESE PRODUCTION

VAROL, Semra

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor : Professor Dr. Metin YILDIRIM

August 2019, 52 pages

The purpose of this study is to investigate the effect of addition of sodium caseinate hydrolyzed via Neutrase activity with a hydrolysis degree of 10% on some attributes of Tulum cheese. For this purpose, 3 types of cheese were produced by adding hydrolyzed casein at 0% (control), 2.5% (25H) and 5% (50H) of dry matter content, and ripened at 4-6°C for 90 days. In cheese samples, titratable acidity (as %lactic acid), pH, dry matter, salt, fat, protein, water soluble protein, tricine SDS-PAGE, sensory characteristics and the number of lactic acid bacteria that can grow on M17 (M17-LAB) or MRS (MRS-LAB) agar were determined. Titratable acidity, pH, dry matter, fat, salt, protein water-soluble protein and ripening index of cheese samples were found to vary between 0.83-1.09%, 5.05-5.11, 53.22-54.82%, 28.96-29.52%, 2.76-3.00%, 21.73-23.30%, 2.75-5.29% and 11.93-23.92%, respectively. The ripening level of the control at 90th day was similar to the ripening levels of 25H and 50H at 60th day; therefore, it was inferred that the ripening time could be shortened by at least 30 days. Addition of hydrolyzed casein significantly increased M17-LAB and MRS-LAB count in cheeses. 25H and 50H cheeses were liked more by the panelists on the 15th and 30th days of ripening than the control, although it was statistically insignificant. It was concluded that the casein hydrolyzed via Neutrase with a hydrolysis degree of 10% could be used to shorten the ripening time of Tulum cheese.

*Keywords:* Tulum cheese, accelerated ripening, casein hydrolysis, Neutrase, chemical composition, sensory evaluation

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tez çalışmamın tüm aşamalarında benden desteğini esirgemeyen, yol gösteren, bilgi aktarımını bana elinden geldiğince sağlayan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Metin YILDIRIM'a,

Çalışmam sırasında yapmış olduğum 'Duyusal Analiz' kısmında bana yardımcı olup, fikirlerini, eleştirilerini, deneyimlerini benimle paylaşan değerli bölüm hocalarıma,

Laboratuvar çalışmalarım sırasında birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım, aklıma takılan bütün noktalarda bana yardımcı olan ve bu süreçte desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Betül OSKAYBAŞ'a,

Çalışmamın her aşamasında bana güç verip, destekleyen, her zaman yanımda olan, ellerini hep omzumda hissettiren sevgili ailem ve bu süreçte benimle her aşamada çaba sarf edip beni asla yalnız bırakmayan kıymetli eşim Ahmet VAROL'a en içten teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu çalışma, GTB 2018/06-HIDEP numaralı "Kazein Hidrolizatının Tulum Peyniri Üretiminde Kullanılması" isimli BAP projesinden üretilmiş olup projeye destek sağlayan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
SUMMARY .....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1 Peynir Olgunlaşmasının Hızlandırılmasında Proteolitik Enzimlerin Kullanıldığı Çalışmalar.....	4
2.2 Tulum Peyniri ile İlgili Bazı Çalışmalar.....	5
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	11
3.1 Materyal.....	11
3.2 Metot.....	11
3.2.1 Kazein üretimi ve hidrolizasyonu.....	11
3.2.2 Peynir üretimi.....	13
3.2.3 Titrasyon asitliği.....	14
3.2.4 pH değeri.....	14
3.2.5 Kurumadde oranı.....	14
3.2.6 Yağ oranı.....	15
3.2.7 Tuz oranı.....	15
3.2.8 Toplam protein analizi.....	16
3.2.9 Suda çözünür protein analizi.....	17
3.2.10 Trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi.....	18
3.2.11 Mikrobiyolojik analizler.....	19
3.2.11.1 Man Rogose Sharpe (MRS) agarda gelişebilen laktik asit bakterileri	19
3.2.11.2 M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterileri .....	19
3.2.12 Duyusal değerlendirme.....	20
3.2.13 İstatistiksel analiz.....	20
BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22

BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1 Kazeinin Hidrolizi.....	22
4.2 Çiğ Sütün Bileşimi.....	22
4.3 Peynirlerin Özellikleri.....	23
4.3.1 Titrasyon asitliği (%laktik asit eşdeğeri olarak).....	23
4.3.2 pH değeri.....	24
4.3.3 Kurumadde oranı.....	26
4.3.4 Yağ oranı.....	27
4.3.5 Tuz oranı.....	28
4.3.6 Protein oranı.....	28
4.3.7 Suda çözünen protein oranı.....	29
4.3.8 Olgunlaşma katsayısı.....	32
4.3.9 Trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi .....	33
4.3.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	35
4.3.10.1 M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterileri.....	35
4.3.10.2 MRS agarda gelişebilen laktik asit bakterileri.....	37
4.3.11.Duyusal değerlendirme.....	39
BÖLÜM V SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme planı.....	13
Çizelge 3.2. Örnek hazırlama tamponunun bileşimi.....	18
Çizelge 3.3. Trisin-SDS-PAGE yönteminde kullanılan çözeltiler.....	19
Çizelge 3.4. Trisin-SDS-PAGE yönteminde kullanılan jel kompozisyonu.....	19
Çizelge 3.5. Tulum peyniri örneklerine ait duyusal değerlendirme formu.....	21
Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi (n=2).....	22
Çizelge 4.2. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitlikleri (% laktik asit eşdeğeri olarak) (n=2).....	24
Çizelge 4.3. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen pH değerleri (n=2)...	25
Çizelge 4.4. Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde peynir örneklerinde belirlenen kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, tuz ve kurumaddede tuz oranları (n=2) .....	26
Çizelge 4.5. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen protein, suda çözünen protein ve olgunlaşma katsayısı değerleri (n=2)... ..	30
Çizelge 4.6. M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin olgunlaşma boyunca değişimi (log kob/g) (n=2).....	35
Çizelge 4.7. Man Rogose Sharpe (MRS) agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin olgunlaşma boyunca değişimi (log kob/g) (n=2).....	37
Çizelge 4.8. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları.....	39

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Kazein ile çizilen kalibrasyon eğrisi.....	17
Şekil 4.1. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin titrasyon asitliklerindeki (% laktik asit eşdeğeri olarak) değişim.....	24
Şekil 4.2. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin suda çözünen protein oranlarındaki değişim.....	31
Şekil 4.3. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin olgunlaşma katsayısındaki değişim.....	32
Şekil 4.4. Sodyum kazeinat, hidrolize kazeinat ve peynir örneklerine ait Trisin-SDS-Page elektroforetogramı.....	34
Şekil 4.5. M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin (M17-LAB) olgunlaşma boyunca değişimi.....	36
Şekil 4.6. Man Rogose Sharpe agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin (MRS-LAB) olgunlaşma boyunca değişimi.....	38
Şekil 4.7. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları.....	40

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Tulum peyniri, Beyaz ve Kaşar peynirlerinden sonra yaklaşık 75.600 tonluk üretim ile Türkiye’de en fazla üretilen üçüncü peynir çeşididir (toplam 756.009 tonluk peynir üretiminin (TÜİK, 2019) yaklaşık %10’u alınarak hesaplanmıştır). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde, Tulum peyniri “Hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermantasyonunu takiben ufalanıp tuzlanması, daha sonra gıdaya temasa uygun bir ambalaj malzemesine veya deri tulumlara sıkıca basılmasıyla üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir” şeklinde tanımlanmaktadır (TGK, 2015).

Üretim yerine göre Erzincan (Şavak), Divle ve Çimi gibi isimler alan Tulum peynirinin (Kurt ve Öztekin, 1984) ambalajlanmasında keçi veya koyun derisinden yapılan tulumlar kullanılmakla birlikte günümüzde plastik bidonlar tercih edilmektedir (Güven ve Konar, 1995; Koçak vd., 1996).

Tulum peyniri, 90-120 gün olgunlaşması sağlanan bir peynir çeşididir (Eralp, 1974; Cakmakci vd., 2011; Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Olgunlaşma, her peynir türünün özgün duyuşsal, kimyasal ve fiziksel özellikleri kazanabilmesi için belirli koşullar altında ve belirli zaman aralığında geçirdiği değişikliklerin toplamı olarak tanımlanabilir. (i) Glikoliz olarak adlandırılan laktoz, laktat ve sitratın metabolize edilmesi, (ii) lipoliz olarak adlandırılan lipitlerin hidrolizi ve serbest yağ asilerinin metabolize edilmesi ve (iii) proteoliz olarak adlandırılan proteinlerin peptit ve aminoasitlere hidrolizi ve serbest aminoasitlerin metabolize edilmesi olmak üzere olgunlaşma sırasında üç farklı biyokimyasal değişiklik gerçekleşir (Upadhyay ve McSweeney, 2003).

Olgunlaştırmada en büyük harcama kalemini peynirin kontrollü şartlarda muhafaza edilmesi oluşturmaktadır. Soğutma, işçilik ve diğer işletme giderlerini azaltmak ve sınırlı üretim alanından optimum düzeyde yararlanmak amacıyla peynir olgunlaşma süresinin kısaltılması peynir endüstrisi için büyük önem taşımaktadır (Azernia vd., 2006).

Olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesi, değişik enzimlerin ilavesi, gen mühendisliği ve ısı işlemi gibi değişik uygulamalarla modifiye edilmiş starter kültürlerin ve yardımcı kültürlerin kullanılması, yüksek hidrostatik basınç uygulaması, peynir bulamacı ve mikrobiyal hücre özütü kullanılması gibi yöntemlerle olgunlaşmanın hızlandırılmasına çalışılmıştır. Ancak peynirde olgunlaşmanın hızlandırılmasına yönelik araştırmalar enzim esaslı iki yöntem üzerinde yoğunlaşmaktadır. İlkinde peynirde mevcut olan enzimlerin aktivitesinin artırılması (olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesi gibi uygulamalarla); ikincisinde ise saf enzim veya enzim üretme yeteneği değiştirilmiş mikroorganizmaların kullanılması esas alınmaktadır (Kosikowski, 1978; Calasso vd., 2015).

Olgunlaşmanın hızlandırılması için kullanılan yöntemler peynir kalitesini olumsuz yönde de etkileyebilmektedir. Peynir olgunlaşmasının hızlandırılmasında en basit yöntem olgunlaştırma sıcaklığını yükseltmek olmakla birlikte bu yöntemin sahip olduğu dezavantajlar endüstriyel boyutta yaygın bir şekilde kullanımını sınırlamaktadır (Murtaza vd., 2012). Son 40-50 yıldır, peynirde arzulanan doku ve lezzeti daha çabuk oluşturmak için enzimlerin kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Moskowitz ve Noelck, 1987; Kheadr vd., 2003; Wilkinson ve Kilcawley, 2005). Değişik mikroorganizmalardan elde edilen hücre özütleri veya farklı kaynaklardan elde edilen saf enzimler, direkt veya çeşitli tekniklerle kapsüllenmiş halde peynire işlenecek süte veya telemeye ilave edilerek peynirin olgunlaşması hızlandırılmaya çalışılmıştır (El Soda,1986; Kosikowski,1988).

Peynir olgunlaşmasının hızlandırılmasına yönelik çalışmaların çoğunluğunda serbest proteolitik veya lipolitik enzimler doğrudan süte ilave edilmiştir. Bu şekildeki bir uygulama peyniraltı suyu ile enzim kaybı, verim ve kalite düşmesi gibi nedenlerle çok başarılı olamamıştır (Kailasapathy ve Lam, 2005). Baskıya almadan önce telemeye enzim ilavesi enzim kaybını azaltmaya yönelik etkin bir çözüm olmuştur (Calasso vd., 2015). Ancak peynire veya pıhtıya ilave edilen proteazların aktivitesini kontrol etmek çoğunlukla mümkün olmadığı için aşırı proteolitik aktivite peynirde yapı ve lezzet kusurlarını ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla süte proteolitik enzim ilavesinin peynir verimini düşürdüğü de saptanmıştır (Çağlar ve Çakmakçı, 1998; Özcan, 2000; Law, 2001; Karaca, 2007). Bu nedenlerle kontrollü şartlarda hidrolize edilen kazeinin kullanılmasının söz konusu lezzet ve yapı kusurları

ile randıman kayıplarını önlemeye veya azaltmaya yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir.

Yapılan kaynak taramasında proteolitik enzimlerle hidrolize edilen kazeinin Tulum peyniri üretimindeki etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Hidrolize kazein ilavesinin olgunlaşma üzerindeki etkisinin, peynire işlenecek süte veya telemeye direkt enzim eklenmesine oranla çok daha kolay kontrol edilebileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca hidrolize kazein ilavesi mikrobiyal aktiviteyi arttırabileceğinden olgunlaşmanın hızlanmasına dolaylı olarak da katkı sağlayabilecektir. Bütün bunların sonucunda işletme alanı, üretim süresi, enerji ve işçilik konularında tasarruf sağlanması mümkün olabilecektir. Bu nedenle kazeinden Neutrase enzimi aktivitesiyle üretilen hidrolizatların Tulum peynirinin olgunlaşma süresi üzerine potansiyel etkisinin incelenmesi bu tez çalışmasının temel amacını oluşturmaktadır.

## BÖLÜM II

### KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yapılan kaynak taramasında Tulum peyniri üretiminde bu tez çalışmasına benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızla doğrudan ilişkili olmasa da değişik peynirlerin olgunlaşmasının hızlandırılmasında proteolitik enzimlerin kullanıldığı birkaç çalışmaya, ayrıca genel olarak Tulum peyniriyle ilgili olan çalışmalardan bazılarına aşağıda değinilmiştir.

#### 2.1 Peynir Olgunlaşmasının Hızlandırılmasında Proteolitik Enzimlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Cheddar peynirinin olgunlaşmasını hızlandırmak için *Aspergillus oryzae*'den elde edilen asit proteaz, *Bacillus licheniformis*'den elde edilen alkali proteaz, Pronase ve Neutrase enzimlerinin kullanıldığı çalışmada, Neutrase enziminin belirli bir düzeyin üzerinde acılığa neden olduğu, ancak uygun oranda kullanılması durumunda Cheddar peynirinin olgunlaşma süresini kısalttığı bildirilmiştir (Law ve Wigmore, 1982),

Fernandez-Garcia vd. (1990) tarafından, Manchego peynirinin olgunlaşmasını hızlandırmak amacıyla inek veya koyun sütüne veya pıhtısına Neutrase enzimi ilavesinin etkisi incelenmiştir. Duyusal değerlendirme, inek sütünden elde edilen Manchego peynirinin koyun sütünden üretilene göre belirgin acı tada sahip olduğunu göstermiştir.

Süte Neutrase ilavesinin Hispanico peyniri üzerindeki etkisi Gomez vd. (1997) tarafından incelenmiştir. Çalışma sonucunda, Hispanico peyniri üretiminde Neutrase enzimi kullanımının belirgin bir şekilde acılığa neden olduğu saptanmıştır.

Madsen ve Qvist (1998) tarafından, Mozzarella peynirinin özellikleri üzerine Neutrase, tripsin, *Bacillus licheniformis* ve *Fusarium oxysporum*'dan elde edilen proteazların etkisi araştırılmıştır. Neutrase enziminin hızlı bir kazein parçalanmasına yol açması nedeniyle Mozzarella peynirinin eriyebilirliğini arttırdığı ancak acılığa da neden olduğu belirlenmiştir.



Neutrase, Flavourzyme ve mürekkepbalığı pankreasından elde edilen aminopeptidazın Cheddar peynirinin olgunlaşmasının hızlandırılması üzerine etkileri Raksakulthai vd. (2002) tarafından incelenmiştir. Çalışma sonucunda. Neutrase içeren peynirlerdeki peptit miktarının kontrolden yüksek, ancak Flavourzyme ve aminopeptidaz içeren peynirlerden düşük olduğu saptanmıştır.

Beyaz peynirin olgunlaşması üzerine *Mucor miehei*'den elde edilen ticari proteolitik (Fromase TL) ve lipolitik (Piccantase A) enzimlerin etkisi Karaca ve Güven (2014) tarafından incelenmiştir. Suda çözünen azot, protein olmayan azot ve olgunlaşma katsayısı üzerine farklı düzeylerde proteolitik enzim ilavesinin etkisi önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda, 1,5 g/100 kg düzeyinde lipaz ve 2 g/100 kg düzeyinde proteaz enzimi kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin yüksek bir kabul edilebilirlik puanına sahip oldukları saptanmıştır.

Püskürterek kurutulmuş enzim modifiye peynir tabanı (EMPT) 0,5 g/100 g düzeyinde telemeye eklenerek Cheddar peynirinin olgunlaşmasının hızlandırılmasına yönelik çalışma Yarlagadda (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Enzim modifiye peynir tabanı, sodyum kazeinat ve %25 yağlı krema karışımının Neutrase ve Promod 845MDP enzimlerinin aktivitesi sonrası *Lactobacillus helveticus* fermantasyonuna maruz bırakılmasıyla üretilmiştir. EMPT ilavesinin Cheddar peynir örneklerinin bileşiminde herhangi bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır. Ancak toplam serbest aminoasit miktarıyla belirlenen ikincil proteoliz düzeyinin EMPT ilavesiyle arttığı gözlenmiştir.

## **2.2 Tulum Peyniri ile İlgili Bazı Çalışmalar**

Kaliteli Tulum peyniri, Kurt vd. (1991) tarafından, beyaz-krem renkte, kolay parçalanmayan (plastik özellikte), yüksek kurumadde ve yağ oranına sahip, ağızda eriyerek kendine has tereyağımsı lezzeti kolaylıkla hissedilen, belirgin asidik tada sahip, yarı sert ve homojen yapıda bir peynir çeşididir şeklinde tanımlanmıştır. Aynı araştırmacı grubu, Erzurum ve Erzincan illerinde toplanan 26 adet Erzincan Tulum peyniri örneğini incelemişlerdir. Peynir örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak), kurumadde, yağ, protein, kül ve tuz değerlerinin değişim aralığını sırasıyla %0,612-2,988, %39,11-64,08, %16,00-37,00, %12,75-24,67, %2,76-9,16 ve %2,17-8,13 şeklinde belirlemişlerdir.

Polietilen poşet ve keçi tulumu kullanılarak paketlenen Tulum peynirlerinin bazı nitelikleri 210 günlük olgunlaşma boyunca Güven ve Konar (1994a) tarafından incelenmiştir. Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,63-1,45, pH 4,20-5,16, kurumadde %51,24-58,34, yağ %26,63-29,69, protein %19,32-21,70 ve olgunlaşma katsayısı değerleri %10,94-26,71 arasında değişim göstermiştir. Doksan günlük olgunlaşma sonunda en yüksek toplam duyuşal puana kıllı tarafı dışarıya gelen keçi tulumlarında olgunlaştırılan peynir örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Polietilen poşet ve keçi tulumu kullanılarak paketlenen Tulum peynirlerinin bazı mikrobiyolojik niteliklerinin incelendiği çalışmada, 210 günlük olgunlaşma boyunca toplam bakteri sayısının  $5,4 \times 10^6$ - $7,6 \times 10^7$ , laktik streptokok sayısının ise  $1,3 \times 10^6$ - $3,0 \times 10^7$  arasında deđiştđi saptanmıştır (Güven ve Konar, 1994b).

Farklı kültür çeşitlerinin koyun sütünden üretilen Tulum peynirinin nitelikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (%100); *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (%95) + *Lactobacillus casei* ssp. *casei* (%5) ve *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (%40) + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (%30) + *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* (%30) mikroorganizmalarını içeren starter kültürler %1 veya %2 düzeyinde ilave edilerek pastörize süttten ve starter kültür ilave edilmeksizin çiğ süttten peynir üretilmiştir. Doksan günlük olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin pH 5,06-6,44, titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,35-1,33, kurumadde %57,99-65,84 ve tuz oranlarının %4,06-5,02 arasında deđiştđi saptanmıştır. Peynir örneklerinin tamamında titrasyon asitliği olgunlaşmanın sonuna kadar devamlı artış, pH değerleri ise devamlı azalış göstermiştir. İncelenen kültürler arasında *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (%40) + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (%30) + *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* (%30) suşlarını içeren kombinasyonun duyuşal nitelikler açısından daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ateş ve Patır, 2001).

Cam kavanozlarda  $7 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 90 gün süreyle olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin özelliklerinin incelendiği çalışmada, örneklerin kurumadde %48,32-57,96, yağ %21,50-26,17, tuz %3,42-3,85 ve kül oranlarının %4,91-5,36 arasında deđiştđi saptanmıştır. Kurumadde ve bileşenlerinin olgunlaşma boyunca değişim göstermesinin nedeni, ters çevrilen kavanozlarda biriken peyniraltı suyunun uzaklaştırılması şeklinde

açıklanmıştır. Peynir örneklerinin pH değerleri 5,30-5,99 ve titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) değerlerinin de %0,45-1,46 arasında değiştiği belirlenmiştir. Olgunlaşma boyunca titrasyon asitliği değerleri sürekli artış gösterirken pH değerleri ise düzensiz bir şekilde artış ve azalışlar göstermiştir. Suda çözünen azotun toplam azota oranı olarak ifade edilen olgunlaşma katsayısı depolama boyunca sürekli bir artış göstererek %8,59-35,73 arasında değişmiştir. Laktik asit bakterileri sayısının olgunlaşma boyunca azaldığı, 5,96-7,80 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tarakçı vd., 2005).

Tulum peynirinin olgunlaşma süresini kısaltmak amacıyla farklı starter kombinasyonları ve olgunlaşma sıcaklıklarının incelendiği çalışmada, %30 *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, %40 *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve %30 *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* karışımının en uygun starter kültür olarak %2 oranında önerildiği, 25°C'de 48 saat ön olgunlaştırma sonrası 4-7°C'de olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin en iyi niteliklere sahip olduğu, olgunlaşma işleminin 15 günde tamamlandığı bildirilmiştir. Altmış günlük olgunlaşma boyunca peynirlerin pH değerleri 5,20-6,56, titrasyon asitliği oranları (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,27-1,35 arasında değişim göstermiştir. Olgunlaşma boyunca titrasyon asitliği değerleri genel olarak artış gösterirken pH değerleri ise düzensiz bir şekilde artış ve azalışlar göstermiştir. Örneklerin kurumadde oranları %42,00-64,00 arasında değişmiş olup olgunlaşma boyunca genel olarak artış tespit edilmiştir. Laktik asit bakteri sayısı 7,64-9,18 log kob/g arasında değişmiş olup olgunlaşma boyunca düzensiz bir şekilde artış ve azalışlar gözlenmiştir (Duman-Aydın ve Gülmez, 2008).

Tulum ve plastik materyal içerisinde olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin özellikleri Cakmakci vd. (2011) tarafından incelenmiştir. Peynir örneklerinin olgunlaşmanın 30. günündeki pH 4,72-4,88, titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %1,22-1,40, kurumadde %48,04-54,00, protein %16,65-21,31, yağ %28,25-28,75 ve kurumaddede tuz oranları %2,99-4,49 arasında değişmiştir. Suda çözünen azotun toplam azot içerisindeki oranının (olgunlaşma katsayısı) 120 gün boyunca %13,75-26,82 arasında değiştiği saptanmıştır. Keçi tulumunda olgunlaştırılan peynirin daha yüksek bir proteolize düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Konya, Karaman ve Ereğli'deki halk pazarı, şarküteri ve marketlerden temin edilen 50 adet Divle tulum peynirinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri Morul ve İşleyici (2012) tarafından incelenmiştir. Örneklerin pH 4,51-6,94, titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,360-2,628, kurumadde %36,06-66,82, yağ %13-32, tuz %1,75-5,81, kül %3,59-5,98, protein %16,79-31,62, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı 3,00-9,02 log kob/g arasında bulunmuştur.

Buzağı, *Aspergillus niger* ve *Rhizomucor miehei* kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimlerin Tulum peynirinin kimyasal, biyokimyasal ve yapısal özellikleri üzerine etkisi 90 günlük olgunlaşma boyunca Şengül vd. (2014) tarafından incelenmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,15-0,62, pH 4,45-5,69, kurumadde %54,11-61,81, yağ %26,25-28,75, tuz %2,63-5,33 ve protein oranları %21,61-24,98 arasında bulunmuştur. Suda çözünen azotun toplam azot içerisindeki oranının (olgunlaşma katsayısı) 90 gün boyunca %3,00-22,00 arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda mikrobiyel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimlerin Tulum peynirinin olgunlaşmasını hızlandırma potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir.

Kara ve Akkaya (2015) tarafından Afyon piyasasında satışa sunulan Afyon tulum peynirlerinin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,45-0,62, pH 4,72-5,97, kurumadde %51,26-59,26, yağ %21,00-31,00, tuz %3,00-5,60, kül %3,87-5,89, protein %19,12-24,47, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı 5,44-7,90 log kob/g, Man Rogose Sharpe (MRS) besiyerinde gelişen laktik asit bakterisi (basil) sayısı 5,07-7,74 log kob/g, M17 besi yerinde gelişen laktik asit bakterisi (kok) sayısı 5,14-6,66 log kob/g olarak saptanmıştır.

Pastörize koyun ve inek sütünden üretilerek değişik ambalaj malzemelerinde (plastik kap, bez torba, selüloz içerikli kılıf ve doğal bağırsak) olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin bazı özellikleri Arslaner ve Bakırcı (2016) tarafından incelenmiştir. Doksan günlük olgunlaşma boyunca Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,627-1,005, pH 5,07-5,16, kurumadde %56,51-74,22, yağ %27,66-35,94, tuz %3,95-5,44 ve kül oranları %4,902-6,473 olarak bulunmuştur.

Elazığ ilinde satışa sunulan Tulum peynirlerinin bazı niteliklerinin incelendiği çalışmada 40 adet peyniri örneği Erdem ve Patır (2017) tarafından analiz edilmiştir. Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,94-2,62, pH 4,04-5,69, kurumadde %33,05-60,82, yağ %5,00-36,00, tuz %2,10-4,68, protein %17,28-25,52 ve olgunlaşma katsayısı %16,55-37,74 arasında tespit edilmiştir.

Farklı starter kültürlerin az yağlı Tulum peynirinin özellikleri üzerine etkisi Celik ve Tarakci (2017) tarafından incelenmiştir. Bu amaçla dört farklı peynir grubu üretilmiştir. Birinci grup *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, ikinci grup *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* üçüncü grup *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *Lactobacillus helveticus* ilave edilerek, dördüncü grup ise starter kültür eklenmeksizin üretilmiştir. Dört aylık olgunlaşma boyunca peynirlerin pH değerleri 4,93-5,23, titrasyon asitliği oranları (laktik asit eşdeğeri olarak) %1,2-1,9 arasında değişim göstermiştir. Olgunlaşma boyunca titrasyon asitliği değerleri genel olarak artış gösterirken pH değerleri ise düzensiz bir şekilde artış ve azalışlar göstermiştir. Örneklerin kurumadde %55,72-60,56, yağ %14,50-18,00, protein %15,35-20,39, tuz %2,17-2,60 ve kül oranları %3,50-4,08 arasında değişim göstermiş olup bütün bu değerler olgunlaşma boyunca önemsiz düzeyde de olsa artış ve azalışlar göstermiştir. Suda çözünür azotun toplam azot içerisindeki oranı genel olarak olgunlaşma boyunca artış göstermiş ve %9,0-40,0 arasında değişmiştir.

Erceyes vd. (2018) tarafından Tokat piyasasında satışa sunulan Tulum peyniri örneklerinin toplam karbonil madde içerikleri ile bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,51-1,77, pH 4,53-5,03, kurumadde %43,64-62,29, yağ %21,00-36,00, tuz %2,42-4,77, protein %19,24-27,63, olgunlaşma katsayısı %11,3-30,1, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı  $1,8 \times 10^4$ - $1,19 \times 10^7$  kob/g olarak bulunmuştur.

Koyun sütlerinden üretilen Erzincan Tulum peynirlerinin nitelikleri üzerine farklı probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis* ve *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis*) kültürleri ve ambalaj materyallerinin (tulum, ince bağırsak, kör bağırsak) etkisi Tomar vd. (2018) tarafından

incelenmiştir. Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,84-1,33, pH 4,54-5,08, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı 4,12-5,77 log kob/g ve laktik asit bakteri sayısı 3,50-5,66 log kob/g olarak bulunmuştur.



## BÖLÜM III

### MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Araştırma 2017-2019 yılları arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan çiğ süt, Niğde İli'ndeki bir üreticiden ve Neutrase® 0.8L enzimi [bir gramında 0,8 Anson ünitesi içeren *Bacillus amyloliquefaciens* tarafından üretilen bir metalo (Zn) endoproteazdır. Peptit zincirinin karboksil ucundaki valin, lösin ve fenilalanin aminoasitlerine özgündür (Abd El-Salam ve El-Shibiny, 2017). Bir Anson ünitesi: standart koşullar altında üre ile denatüre edilmiş hemoglobinden 1 dakikada 1 milieşdeğer tirozinin Folin kimyasalı ile oluşturduğu absorbansa eşdeğer miktarda absorbans oluşturabilen trikloroasetik asitte çözünebilir ürün veren enzim miktarıdır] Novozymes Enzim Dış Tic. Ltd. Şti. (İstanbul), peynir mayası Chr Hansen Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İstanbul)'nden temin edilmiştir. Elektroforez moleküler ağırlık standardı (1.060, 3.496, 6.500, 17.000 ve 26.600 Da, M3546) Merck KGaA (Darmstadt, Almanya)'dan sağlanmıştır. Peynir paketlemede kullanılan sentetik sucuk kılıfları ile plastik torbalar (polietilen) sucuk malzemesi satışı yapan bir baharatçıdan temin edilmiştir.

#### 3.2 Metot

##### 3.2.1 Kazein üretimi ve hidrolizasyonu

Yağsız sütte kazein üretiminde Gürsel (2001) tarafından bildirilen asitle çöktürme yöntemi kullanılmıştır. Tülbent yardımıyla süzülen 25 L çiğ süt, su banyosunda 55°C'ye kadar ısıtılmış ve yağı separatör (Asya Zenit 100, Silahtar Makina İmalat Sanayi Ticaret Ltd. Şti., Kayseri, Türkiye) ile uzaklaştırıldıktan sonra 75°C'de 1 dk süreyle pastörize edilmiştir. Soğuk su yardımıyla 35°C'ye kadar soğutulan yağsız sütün pH değeri 2 N HCl ile 4,60'a düşürülmüş ve kazeinin çökmesi sağlanmıştır. On beş dakika dinlendirildikten sonra çökelti tek kat tülbentten süzülerek serum kısmı uzaklaştırılmıştır. Kazein pıhtısına başlangıç süt hacminin 1/10'u kadar 50°C'deki saf su ilave edilip 10 dk karıştırılmış ve

tülbent yardımıyla süzölmüştür. Bu yıkama işlemleri 3 kez tekrarlanarak kalıntıların büyük ölçüde uzaklaşması sağlanmıştır. İşlem sonucunda, %10'luk kazein çözeltisi oluşturacak şekilde saf su ilave edildikten sonra 20. kademeye ayarlanmış homojenizatör (WiseTis®, HG-15A, Daihan Scientific Co. Ltd., Seul, Güney Kore) yardımıyla kazeinin dağılması sağlanmıştır. Karıştırma devam ederken 2 N NaOH ilavesiyle pH 7,0'ye ayarlanmıştır. Bu şekilde elde edilen Na-kazeinat çözeltisinin yarısı liyofilizatör (ScanVac CoolSafe Pro95-15 Model, LaboGene ApS, Lyngø, Danimarka) yardımıyla donuk kurutulmuş, diğer yarısı ise Neutrase enzimi ile hidrolize edilmiştir.

Enzimatik hidrolizin düzeyi pH-stat metodu kullanılarak tespit edilmiştir (Adler-Nissen, 1986). Hidrolizasyon için, sıcaklığı 45°C'ye yükseltilmiş, pH'sı 7,0 olan kazein çözeltisi üzerine 1:50 (enzim:kazein; 0,016 Anson ünitesi/g kazein) oranında Neutrase enzimi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ilave edilmiş ve karışımın pH değeri 1,0 N NaOH çözeltisi ile 7,0'de sabit tutulmuştur. Kırk beş dakika sonra bir miktar daha Neutrase enzimi (1:150 enzim:kazein; 0,005 Anson ünitesi/g kazein) ilave edilmiş ve karışımın pH'sı yine 1,0 N NaOH ile 7,0'da sabit tutulmuştur. Toplam 90 dk süre sonunda aşağıdaki formül (3.1) yardımıyla hesaplanan hacimde 1,0 N NaOH kullanılarak istenilen hidrolizasyon düzeyi (%10) sağlanmıştır. Hidrolizasyon sonrası enzimi inaktif hale getirmek için karışım 80°C'de 20 dk ısıtılmıştır. Daha sonra liyofilizatörde donuk kurutulmuş örnek kahve değirmeninde öğütülerek kullanılıncaya kadar -70°C'de depolanmıştır.

$$\text{Hidroliz derecesi (\%)} = B \times N_b \times \frac{1}{a} \times \frac{1}{P_M} \times \frac{1}{h_{top}} \times 100 \quad (3.1)$$

*B*: NaOH hacmi (mL)

*N<sub>b</sub>*: NaOH'ın normalitesi (1,0000 N)

*a*: α-NH<sub>2</sub> gruplarının ortalama iyonlaşma derecesi

$$\alpha = \frac{\text{antilog (pH-pKa)}}{1+\text{antilog (pH-pKa)}} \quad \text{pH 7,0 ve 45°C'de hesaplanan değer yaklaşık 0,387}$$

*P<sub>M</sub>*: Protein miktarı

*h<sub>top</sub>*: Toplam peptit bağı (mEq/g protein, kazein için 8,2)



### 3.2.2 Peynir üretimi

Çiğ süte (2x30 kg, 6,75-6,80 pH) su banyosunda 75°C'de 1 dk süreyle ısıtılarak ısıtma uygulanıp mayalama sıcaklığı olan 33°C'ye soğutulmuş ve %1 oranında yoğurt kültürü (*Streptococcus thermophiles* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) ilave edilmiştir. Otuz dakika sonra %0,02 oranında CaCl<sub>2</sub> ilave edilerek 15 dk daha bekletilmiştir. Mayalamaya hazır hale gelen süt (pH 6,35-6,40) kullanılarak yapılan analizde peynir mayasının kuvveti 1/12200 olarak belirlenmiştir. Süte 90 dakikada pıhtı kesim olgunluğuna erişecek miktarda (4,35 mL) 10 katı su ile seyreltilmiş peynir mayası ilave edilmiştir. Süre sonunda sübjektif olarak yapılan kontrol neticesinde pıhtının kesilmesine karar verilmiş ve yaklaşık 1 cm<sup>3</sup> boyutlarında kesilmiştir (pH 6,29-6,30). On beş dakika süreyle pıhtının çökmesi beklenmiş ve tülbent serili kalıplara aktararak yaklaşık 180 dk kendi halinde süzülmesi beklenmiştir. Süre sonunda başlangıç süt ağırlığının yaklaşık %30'u kadar ağırlık (9 kg) kademeli bir şekilde artırılarak 4 saat baskı uygulanmıştır. Baskı sonrası peyniraltı suyu pH değeri 4,86-4,87 olarak belirlenmiştir. Baskı sonrası elde edilen teleme kıyma makinesiyle mercimek tanesi iriliğinde parçalanmıştır. Parçalanmış teleme 3 gruba ayrılıp yayvan tepsilere (5x30x40 cm) alınmıştır. Her gruba, Çizelge 3.1'de belirtilen oranlardaki hidrolize olmuş veya olmamış kazein, NaCl (kurumaddenin %5'i oranında) ile karıştırılarak yavaş yavaş (yaklaşık 45 dakika boyunca) eklenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme planı

Peynir örneği	Bileşenler (Kurumaddenin yüzdesi olarak)	
	Na-kazeinat	Hidrolize Na-kazeinat
1. Grup (Kontrol)	5,0	0,0
2. Grup (25H)	2,5	2,5
3. Grup (50H)	0,0	5,0

25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği  
50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

Buzdolabı sıcaklığında 1 gün boyunca ara sıra karıştırılarak (6 saatte bir) bekletilmiştir. Süre sonunda teleme sentetik sucuk kılıflarına kıyma makinesi yardımıyla sıkıca doldurulup (yaklaşık 60 g) su kaybını önlemek amacıyla plastik poşetlere alınmış ve 4-6°C'de olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analiz edilmiştir.

### 3.2.3 Titrasyon asitliği (%laktik asit eşdeğeri olarak)

Çiğ sütteın titrasyon asitliği, 20 g süt örneğinin 20 g saf su ile seyreltilip 2 mL fenolftalein indikatörü varlığında 0,1035 N NaOH ile titrasyonu sonucunda bulunmuştur (AOAC, 1997a, 947.05). Peynir örneklerinin titrasyon asitlikleri ise şu şekilde belirlenmiştir: 10 g peynir örneği üzerine 40°C sıcaklıktaki saf su ilave edilerek hacim 105 mL'ye tamamlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra kaba filtre kağığından süzölmüştür. Süzöntüden 25 mL alınıp üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edildikten sonra en az 30 saniye kalıcı açık pembe renk elde edilinceye kadar 0,1035 N NaOH ile titre edilmiştir. Hesaplama aşağıdaki eşitlik yardımıyla %laktik asit eşdeğeri olarak yapılmıştır (AOAC, 1997b, 920.124).

$$\%Laktik\ asit = \frac{(V_1 - V_0) * N * 0,09 * 100}{M} \quad (3.2)$$

$V_1$ : Titrasyonunda harcanan NaOH hacmi, mL

$V_0$ : şahit için harcanan NaOH hacmi, mL

N: Titrasyonda kullanılan NaOH'in normalitesi, 0,1035 N

M: Titrasyonda kullanılan süt (20 g) veya peynir (2,5 g) kütlesi

### 3.2.4 pH değer

Çiğ süt örneklerinin pH değerleri dijital pH metre (HI-2211 Bench Top pH & mV Meter, Hanna Instruments Ltd., Bedfordshire, İngiltere) elektrodunun doğrudan süte daldırılmasıyla belirlenmiştir. Tulum peyniri örneklerinin pH değerleri ise 10 g peynir örneği üzerine 6 mL saf su ilave edilip ezildikten sonra pH metre elektrodunun hazırlanan karışıma daldırılmasıyla saptanmıştır (BS-770, 1976).

### 3.2.5 Kurumadde oranı

Çiğ süt (TS-1018, 1994) ve Tulum peyniri örneklerinin kurumadde oranları gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (TS-591, 2013). Süt örnekleri (yaklaşık 5-6 g) doğrudan darası alınmış paslanmaz çelik kaplara, peynir örnekleri ise darası alınmış kum ve cam baget içeren paslanmaz çelik kaplara ( $G_2$ ) yaklaşık 3 g olacak şekilde ( $G_1$ ) tartılmıştır. Süt

örneklerini içeren kaplar bir gece 70°C’de bekletildikten sonra 102±2°C sıcaklıktaki hava akımlı etüvde (G11600S model, Termal Laboratuvar Aletleri San. ve Tic. Koll. Şti., İstanbul, Türkiye) 2 saat bekletilerek kurutulmuştur. Peynir örnekleri ise bagetle homojen bir şekilde dağıtılmış ve 102±2°C sıcaklıktaki yine aynı hava akımlı etüvde 2 saat bekletilerek kurutulmuştur. Sonra kaplar desikatöre alınarak 30 dk süre ile soğuması sağlanmış ve ağırlıkları (G<sub>3</sub>) belirlenmiştir. Bu uygulamaya sabit tartım sağlanıncaya kadar (genellikle 4 kez) devam edilerek yüzde (%) kurumadde miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kurumadde} = 100 \times (G_3 - G_2) / G_1 \quad (3.3)$$

### 3.2.6 Yağ oranı

Çiğ süt örneklerinin yağ oranları, süt bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemine göre belirlenmiştir (TS-1018, 1994). Peynir örneklerinin yağ içerikleri ise Van Gulik bütirometresi kullanılarak yine Gerber yöntemine göre tespit edilmiştir (TS-3046, 1978). Yaklaşık 3,0±0,005 g peynir örneği kadehçiklerin içine tartılmıştır. Kadehçikler bütirometreye yerleştirilip peynirin üzerini örtecek düzeyde, yaklaşık 10 mL 20°C’deki yoğunluğu 1,52±0,005 g/cm<sup>3</sup> olan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisinden ilave edilmiştir. Hazırlanan bütirometreler 65°C’deki su banyosuna yerleştirilip 15 dakikada bir çalkalanarak peynir örneklerinin erimesi sağlanmıştır. Daha sonra bütirometrelere 1 mL 20°C’deki yoğunluğu 0,82 g/cm<sup>3</sup> olan izoamil alkol ve 35 mL çizgisine kadar yine aynı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisinden ilave edilmiştir. Bütirometrenin ağız kısmı kurutma kağıdı ile kurutulup tıkaç ile kapatıldıktan sonra ısıtılmalı Gerber santrifüjünde 65°C’de 10 dk süreyle 1200 d/dk’da santrifüj edilmiştir. Örneklerin % yağ oranları doğrudan bütirometre skalasından okunmuştur.

### 3.2.7 Tuz oranı

Örneklerin tuz içerikleri Mohr yöntemi ile belirlenmiştir (TS-591, 2013). Yaklaşık 5 g örnek sıcaklığı 65°C olan damıtık su yardımıyla havanda ezilmiş ve sulu kısım 500 mL’lik ölçülü balona aktarılmıştır (yıkama işlemi 5 kez tekrarlanmıştır). Oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra hacmi 500 mL’ye tamamlanıp kaba filtre kâğıdı ile

süzülmüştür. Süzütünün 25 mL'si 0,5 mL %5'lik potasyum kromat varlığında 0,1002 N gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilerek %tuz oranları hesaplanmıştır.

$$\%Tuz = \frac{(V_1 - V_0) * N * 0,0585 * 100}{M} \quad (3.4)$$

V<sub>1</sub>: Titrasyonda örnek için harcanan AgNO<sub>3</sub> hacmi, mL

V<sub>0</sub>: Şahit için harcanan AgNO<sub>3</sub> hacmi, mL

N: Titrasyonda kullanılan AgNO<sub>3</sub>'ın normalitesi, 0,1002 N

### 3.2.8 Toplam protein analizi

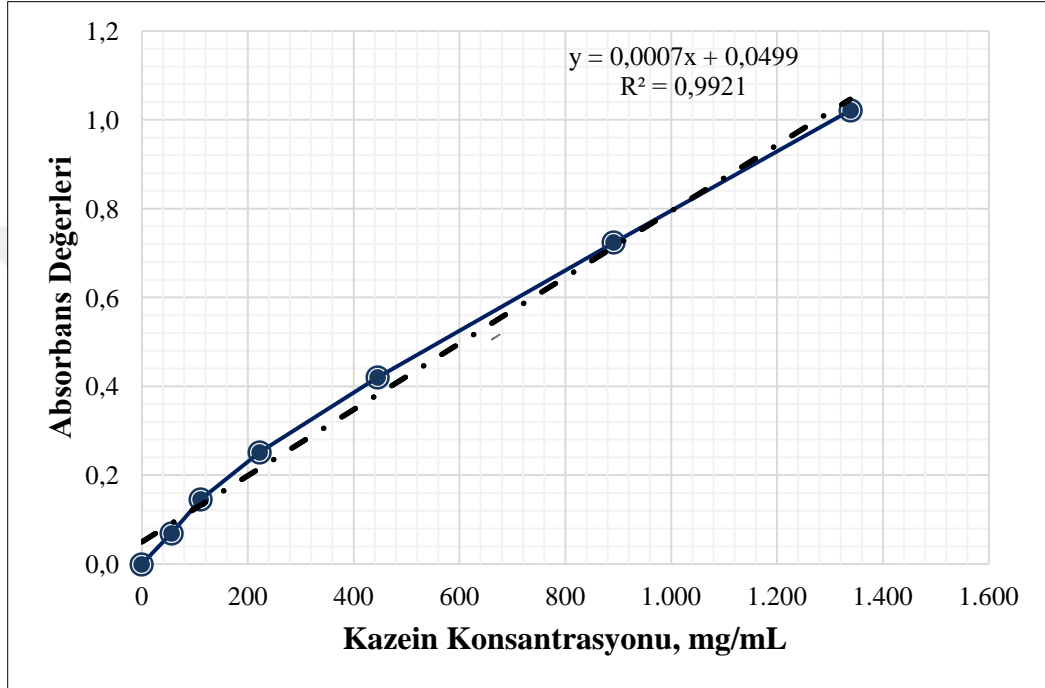
Süt ve peynir örneklerinin protein içeriklerinin belirlenmesinde Lowry yöntemi kullanılmıştır (Waterborg, 2009). Analiz edilecek süt örneği yaklaşık 40 kat saf su ile seyreltikten sonra kullanılmıştır. Peynir örneği ise şu şekilde hazırlanmıştır: 5 g peynir örneği üzerine 20 mL 0,5 M trisodyum sitrat çözeltisi (pH 7,0) ilave edilip 30 saniyelik aralıklarla 2 dk boyunca 10. kademeye ayarlanmış homojenizatör (WiseTis®, HG-15A, Daihan Scientific Co. Ltd., Seul, Güney Kore) yardımıyla karıştırılmıştır. Sonra 100 mL'lik balon jöjeye aktarılıp hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanmış ve Lowry yöntemiyle aşağıda belirtilen şekilde analiz edilmiştir.

Lowry yönteminde aşağıda belirtilen çözeltiler kullanılmıştır.

- A çözeltisi: %1 (m/v)'lik sodyum karbonat çözeltisi.
- B çözeltisi: %1,56 (m/v)'lık bakır sülfat çözeltisi.
- C çözeltisi: %2,37 (m/v)'lik sodyum potasyum tartarat çözeltisi.
- D çözeltisi (alkali bakır çözeltisi): 100 mL A çözeltisi ile 1 mL B çözeltisi ve 1,5 mL C çözeltisi karıştırılarak hazırlanmıştır.
- 

Kırk kat seyreltilmiş süt çözeltisinden 0,2 mL'lik ve yukarıda belirtilen şekilde hazırlanan ve 10 kat saf su ile seyreltilen peynir çözeltisinden yine 0,2 mL'lik hacimler alınmış ve üzerlerine 0,1 mL 2 N NaOH eklenerek 10 dk süreyle kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Hızla oda sıcaklığına soğutulan karışım üzerine 0,1 mL saf su ve 2 mL yukarıdaki gibi hazırlanan alkali bakır sülfat çözeltisi (D çözeltisi) ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 15 dk bekletilen karışım üzerine 0,2 mL 1 N Folin-

Ciocalteau reaktifi eklenip (0,1 mL ekle-karıştır şeklinde iki aşamada gerçekleştirilmiştir) 45 dk bekletildikten sonra 750 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede (Evolution 300 UV-Vis spektrofotometre, Thermo Fisher, Amerika Birleşik Devletleri) absorbans değerleri okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi 0,05-1,35 mg/mL konsantrasyon aralığındaki sodyum kazeinat (%87, m/m, protein içeren) çözeltilerinden 0,2 mL hacimler kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kazein ile çizilen kalibrasyon eğrisi

### 3.2.9 Suda çözünür protein analizi

Protein analizi için hazırlanan ve hacmi 100 mL'ye tamamlanan örneklerden 75 mL alınıp üzerine pH  $4,40 \pm 0,05$  olacak şekilde 1 N HCl ilave edilmiştir. Sonra toplam hacim 100 mL'ye saf su ile tamamlanıp Whatman 42 filtre kâğıdı ile 2 kez süzümüştür (Gripon vd., 1975). Süzüntü saf su ile 2 kat seyreltildikten sonra 0,2 mL alınıp yukarıda belirtilen şekilde Lowry yöntemiyle analiz edilmiştir.

### 3.2.10 Trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi

Örneklerdeki proteinlerin moleküler ağırlık profilleri Schägger (2006) tarafından önerilen trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (Trisin-SDS-PAGE) tekniğı kullanılarak belirlenmiştir. Yaklaşık 100 mg peynir örneğı üzerine 1 mL 0,5 M trisodyum sitrat çözeltisi (pH 7,0) ilave edilip 40°C’de en az 30 dk karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Oda sıcaklığına soğutulan karışımın yağ tabakasının altından 0,1 mL alınıp üzerine 0,4 mL saf su ilave edilmiştir. Bu karışımdan 150 µL alınıp üzerine 50 µL örnek hazırlama tamponu (Çizelge 3.2) ilave edilmiş ve 50°C’de 30 dk bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan örneklerden 7,5 µL jele yüklenmiştir. Yığıma jeli (stacking gel) %4,125 ve ayırma jeli (separating gel) ise %16,5 akrilamid konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Kullanılan çözeltiler Çizelge 3.3’te, jel kompozisyonu ise Çizelge 3.4’te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Örnek hazırlama tamponunun bileşimi

Bileşen	Oran
SDS (g)	0,3
Merkaptoethanol (g)	0,6
Gliserol (g)	3,0
Coomasie Brilliant Blue G250 (mg)	5,0
1 M Tris/HCl (pH 7,0) (mL)	1,5
Son Hacim (su ile tamamlanır) (mL)	10,0

Örnekler yığıma jelinden çıkıncaya kadar 30 V sabit voltaj uygulanmıştır. Örneklerin ayırma jeline girmesiyle birlikte voltaj kademeli olarak 300 V’a kadar çıkartılarak elektroforez işleminin 15 saat içerisinde tamamlanması sağlanmıştır. Koşurma sonrasında jel fiksasyon çözeltisinde (%50 metanol,%10 asetik asit) 1 saat, boyama çözeltisinde (%0,025 Coomasie Brilliant Blue G 250 içeren %10 asetik asit çözeltisi) 1 gece bekletilmiştir. Boyanan jel, boya giderme çözeltisine (%10 asetik asit çözeltisi) aktarılıp, birer saat aralıklarla boya giderme çözeltisi iki kez değiştirilerek boyanın aşırısı uzaklaştırılmıştır. Saf su ile 60 dk yıkandıktan sonra saf su içerisinde bekletilmiştir. Jelin arka planı yeterince açıldıktan sonra görüntüleme sistemi (Biorad Molecular Imager, Gel Doc XR+, Amerika Birleşik Devletleri) yardımıyla jelin fotoğrafı çekilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Trisin-SDS-PAGE yönteminde kullanılan çözeltiler

Bileşen	Anot Tamponu (10×)	Katot Tamponu (10×)	Gel Tamponu (3×)	Akrilamid Çözeltisi
Tris (M)	1,0	1,0	3,0	-
Trisin (M)	-	1,0	-	-
HCl (M)	0,225	-	1,0	-
SDS (% m/v)	-	1,0	0,3	-
Ph	8,90	8,25	8,45	-
Akrilamid (%m/v)				46,5
Bisakrilamid (%m/v)				3,0

**Çizelge 3.4.** Trisin-SDS-PAGE yönteminde kullanılan jel kompozisyonu

Bileşen	Yığma jeli (%4,125)	Ayırma jeli (%16,5)
Akrilamid-bisakrilamid (%49,5T, m/v) (mL)	1	10,0
Gel Tamponu (3x) (pH 8,45) (mL)	3	10,0
Üre (g)	-	10,8
Amonyum persülfat (%10, m/v) (µL)	90	100,0
TEMED (%99, m/v) (µL)	9	10,0
Son Hacim (su ile tamamlanır) (mL)	12	30,0

### 3.2.11 Mikrobiyolojik analizler

#### 3.2.11.1 Man Rogose Sharpe (MRS) agarda gelişebilen laktik asit bakterileri

Steril şartlarda tartılan örnek (10 g) üzerine 90 mL %0,1'lik pepton çözeltisi eklenmiş ve sonra aynı çözelti ile 1/10'luk dilüsyonlar oluşturulmuştur. Hazırlanan bu dilüsyonlardan 0,1 mL alınıp MRS agara yayılmış ve 30-32°C'de 48 saat boyunca anaerobik ortamda inkübasyona (CO<sub>2</sub>'li inkübatör, model CCL-170B-8, Esco Micro Pte Ltd., Singapur) bırakılmıştır (İSO-15214, 1998).

#### 3.2.11.2 M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterileri

Steril şartlarda tartılan örnek (10 g) üzerine 90 mL %0,1'lik pepton çözeltisi eklenmiş ve sonra aynı çözelti ile 1/10'luk dilüsyonlar oluşturulmuştur. Hazırlanan bu dilüsyonlardan 0,1 mL alınıp M17 agara yayılmış ve 30-32°C'de 48 saat boyunca

anaerobik ortamda inkübasyona (CO<sub>2</sub>'li inkübatör, model CCL-170B-8, Esco Micro Pte Ltd., Singapur) bırakılmıştır (Corroler vd., 1998).

### **3.2.12 Duyusal değerlendirme**

Duyusal analiz, Tulum peynirine aşına, 28-55 yaş aralığında 4 kadın 6 erkek üyeden oluşan 10 kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Değerlendirmede 7 seviyeli hedonik skala kullanılarak kabul edilebilirlik-beğeni testi uygulanmıştır (Meilgaard vd., 1999). Duyusal analiz için kullanılan form Çizelge 3.5'te verilmiştir. Panelistlere 3 haneli rakamlarla kodlanan 20 mL'lik kapaklı plastik kaplarda yaklaşık 5-6 gram peynir örneği sunulmuştur. Her oturumda 3 örnek aynı anda değerlendirilmiştir. Duyusal analiz depolamanın 15., 30., 60. ve 90. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.13 İstatistiksel analiz**

Çalışma 2 tekrarlı gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçların ortalamaları standart sapmaları ile beraber sunulmuştur. Verilerin değerlendirilmesi iki yönlü ANOVA analizi ile ( $p \leq 0,05$ ) ve ortalama değerler arasındaki farklılık ise Duncan testi ile ( $p \leq 0,05$ ) SPSS programında (IBM SPSS Statistics 22.0, Amerika Birleşik Devletleri) gerçekleştirilmiştir.



**Çizelge 3.5.** Tulum peyniri örneklerine ait duyuşal değerlendirme formu

AD SOYAD: \_\_\_\_\_ TARİH: \_\_\_\_\_

Lütfen sunulan Tulum peyniri örneklerini tadarak genel kabul edilebilirlik düzeylerini aşağıdaki skalayı kullanarak değerlendiriniz.

1	Aşırı kötü
2	Çok kötü
3	Kötü
4	Kabul edilebilir
5	İyi
6	Çok iyi
7	Mükemmel

Örnek Kodu	Puan	Varsa yorumunuz

## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1 Kazeinin Hidrolizi

Neutrase enzimi kullanılarak sodyum kazeinatın %10 düzeyinde hidrolizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sodyum kazeinatın %10'luk çözeltisine toplam 0,021 Anson ünitesi/g kazein oranında Neutrase enzimi ilave edilmiştir. Hidroliz düzeyi pH-stat yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Hidroliz sırasında harcanan 1,0000 N NaOH çözeltisinin hacmi sabit tutularak hedeflenen %10 hidroliz düzeyine ulaşmak mümkün olmuştur. Hidrolizasyon derecesi yardımıyla hidrolizatlardaki ortalama peptit zincir (aminoasit sayısı) uzunluğu (ortalama peptit zincir uzunluğu = 100 / %hidrolizasyon derecesi) belirlenmiştir (Adler-Nissen, 1986). Bu eşitlik yardımıyla %10 hidroliz derecesinde ortalama peptit zincir uzunluğunun 10 aminoasit olduğu hesaplanmıştır. Bu durum Bölüm 4.3.9'da verilen elektroforetogramla da desteklenmiştir.

#### 4.2 Çiğ Sütün Bileşimi

Peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün ortalama titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,17, pH 6,78, kurumadde %12,75, yağ %4,08, yağsız kurumadde %8,66 ve protein oranı %3,30 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi (n=2)

Özellik	Düzy
<b>Titrasyon Asitliği<sup>1</sup></b>	0,17±0,01
<b>pH</b>	6,78±0,04
<b>Kurumadde (%)</b>	12,75±0,13
<b>Yağ (%)</b>	4,08±0,08
<b>Yağsız kurumadde (%)</b>	8,66±0,09
<b>Protein (%)</b>	3,30±0,16

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

Çizelgeden de görüldüğü üzere, kullanılan sütlerin genel bileşiminin, Türk Gıda Kodeksinin “Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği (TGK, 2000)”de inek sütü için verilen protein %2,8, titrasyon asitliği (laktik asit eşdeğeri olarak) %0,135-0,200, yağ %3,5 ve yağsız kurumadde %8,5 (kurumadde %12,0) değerleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

### **4.3 Peynirlerin Özellikleri**

#### **4.3.1 Titrasyon asitliği (%laktik asit eşdeğeri olarak)**

Deneme örneklerinin titrasyon asitlikleri Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi %0,83-1,09 arasında değişmiştir. En düşük değeri olgunlaşmanın birinci gününde %0,83 ile kontrol örneği gösterirken en yüksek değeri ise %1,09 ile 50H örneği olgunlaşmanın 90. gününde göstermiştir. Yapılan varyans analiz sonucunda, örneklerin titrasyon asitliği değerleri üzerine ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Hidrolize kazein katkılı peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri istatistiksel olarak önemli olmasa da olgunlaşma boyunca sürekli bir artış göstermiştir. Kontrol örneği ise 60. güne kadar artma, 90. günde ise istatistiksel olarak önemsiz de olsa azalma göstermiştir. Hidrolize kazein ilave oranı arttıkça peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri de artmıştır. Bu artışın nedeni, Bölüm 4.3.10’da açıldığı gibi ilave edilen hidrolize kazeinin laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmesi olarak gösterilebilir. Tarakçı vd. (2005) de Tulum peynirinde titrasyon asitliği değerlerinin olgunlaşma boyunca sürekli artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen titrasyon asitliklerine benzer sonuçlar %0,63-1,45 ile Güven ve Konar (1994a), %0,35-1,33 ile Ateş ve Patır (2001), %0,27-1,35 ile Duman-Aydın ve Gülmez (2008), %0,63-1,01 ile Arslaner ve Bakırcı (2016) ve %0,84-1,33 ile Tomar vd. (2018) tarafından da bildirilmiştir. Kurt vd. (1991), Cakmakci vd. (2011), Morul ve İşleyici (2012), Erdem ve Patır (2017), Celik ve Tarakci (2017) ve Erceyes vd. (2018) ise daha yüksek sonuçlar rapor etmişlerdir.

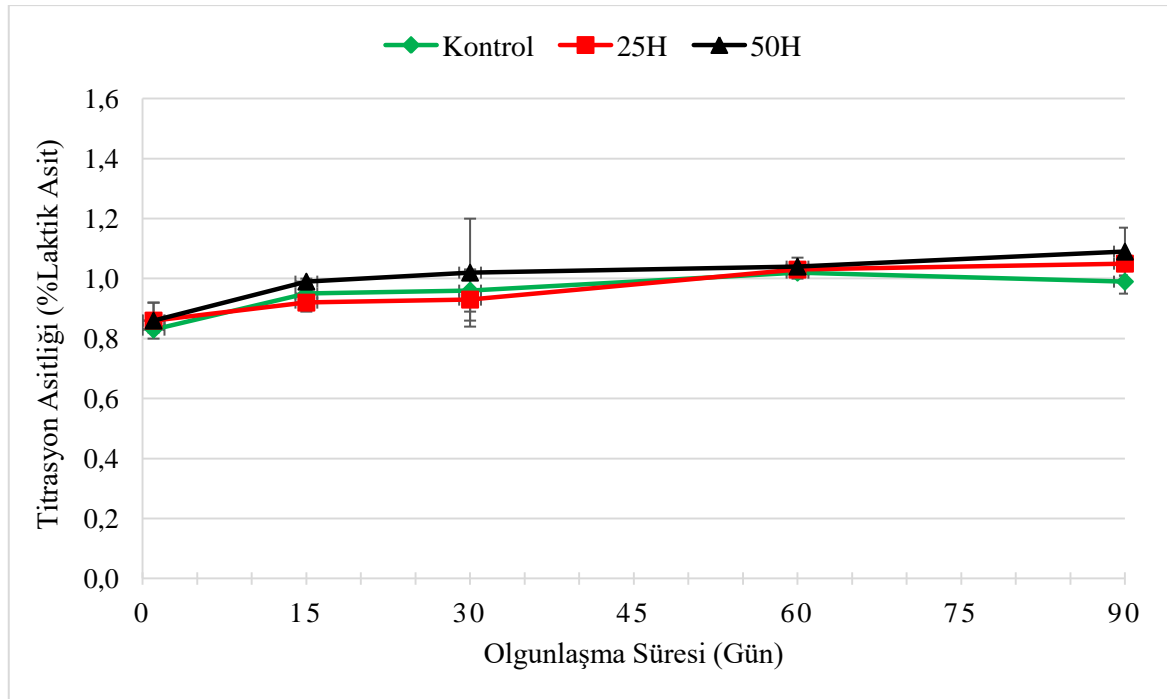
**Çizelge 4.2.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitlikleri (%laktik asit eşdeğeri olarak) (n=2)

Örnekler	Olgunlaşma Süresi (Gün)				
	1	15	30	60	90
<b>Kontrol</b> <sup>1</sup>	0,83±0,01	0,95±0,03	0,96±0,07	1,02±0,02	0,99±0,04
<b>25H</b>	0,86±0,06	0,92±0,01	0,93±0,10	1,03±0,01	1,05±0,04
<b>50H</b>	0,86±0,06	0,99±0,01	1,02±0,18	1,04±0,03	1,09±0,08

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği



**Şekil 4.1.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin titrasyon asitliklerindeki (%laktik asit eşdeğeri olarak) değişim (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği)

#### 4.3.2 pH değeri

Peynir üretiminde kullanılan sütün ve sütün mayalanması sonrasında elde edilen pıhtının pH değeri, peynirde tutulan kalsiyum miktarını etkileyerek peynir yapısının sert veya yumuşak olmasında belirleyici olurken, olgunlaşma aşamasında ise mikroorganizma ve enzimlerin aktivitelerini düzenleyerek peynir lezzetinin oluşmasında belirleyici olmaktadır.

**Çizelge 4.3.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen pH değerleri (n=2)

Örnekler	Olgunlaşma Süresi (Gün)				
	1	15	30	60	90
<b>Kontrol</b> <sup>1</sup>	5,07±0,01	5,05±0,02	5,05±0,01	5,06±0,00	5,06±0,01
<b>25H</b>	5,06±0,06	5,08±0,04	5,07±0,03	5,09±0,04	5,09±0,01
<b>50H</b>	5,09±0,03	5,08±0,04	5,09±0,01	5,09±0,02	5,11±0,02

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşma boyunca belirlenen ortalama pH değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Örneklerin pH değerleri 5,05-5,11 arasında değişim göstermiş olup varyans analizi sonucunda örneklerin pH değerleri üzerine hem hidrolize kazein ilavesinin hem de olgunlaşma süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Peynir örneklerinin pH değerleri, istatistiksel olarak önemli olmayan bir şekilde olgunlaşma boyunca düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir. Duman-Aydın ve Gülmez (2008) ve Celik ve Tarakci (2017) tarafından yapılan çalışmalarda da örneklerin pH değerlerinin olgunlaşma boyunca düzensiz bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Örneklerin pH değerlerinin olgunlaşma boyunca önemsiz değişiklikler göstermesinin, asit üretiminin temel kaynağı olan laktozun peynir kitlesinde tamamen tükenmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Güven ve Konar (1994a) Tulum peyniri üzerinde yaptıkları çalışmada olgunlaşma boyunca örneklerin pH değerlerinin 4,20-5,16 arasında değiştiğini ve olgunlaşma ilerledikçe pH değerinin de azaldığını ancak olgunlaşmanın ilerlemesiyle pH değerindeki azalma oranının düştüğünü gözlemişlerdir.

Çalışmamızda saptanan pH değerlerine benzer sonuçlar, 5,06-6,44 ile Ateş ve Patır (2001), 4,51-6,94 ile Morul ve İşleyici (2012), 4,45-5,69 ile Şengül vd. (2014), 4,72-5,97 ile Kara ve Akkaya (2015), 5,07-5,16 ile Arslaner ve Bakırcı (2016), 4,04-5,69 ile Erdem ve Patır (2017) ve 4,93-5,23 ile Celik ve Tarakci (2017) tarafından da elde edilmiştir.

### 4.3.3 Kurumadde oranı

Paketleme işlemi nem alış-verişini önleyecek şekilde yapıldığı için deneme örneklerinde kurumadde analizi sadece 1. ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir. Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde belirlenen kurumadde oranları Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Örneklerin kurumadde oranları %53,22-54,82 arasında değişiklik göstermiş ve yapılan varyans analizi sonucunda hem örnekler arasındaki hem de olgunlaşma süreleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Peynir örneklerinin paketlenmesinde kullanılan malzeme nem alış-verişine engel olduğu için örneklerin kurumadde oranları beklendiği gibi depolama boyunca önemli bir değişim göstermemiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (TGK, 2015), Tulum peynirinin en az %55 kurumadde içermesi gerektiği belirtilmesine karşın deneme örneklerinin tamamı bu değerin altında bir kurumadde düzeyi ortaya koymuştur. Ambalajlama öncesinde peynir örneklerinin yeterince süzülmemesinin bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.4.** Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde peynir örneklerinde belirlenen kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, tuz ve kurumaddede tuz oranları (n=2)

Bileşen (%)	Olgunlaşma Süresi (Gün)	Örnekler		
		Kontrol	25H	50H
Kurumadde <sup>1</sup>	1	53,22±0,29	54,82±0,11	53,67±0,08
	90	53,75±0,04	53,66±0,44	53,89±1,55
Yağ	1	28,97±0,10	29,23±0,69	28,96±1,41
	90	29,52±1,03	29,17±1,78	29,06±0,66
Kurumaddede Yağ	1	54,43±0,50	53,32±1,37	53,96±2,70
	90	54,93±1,96	54,35±2,86	53,97±2,78
Tuz	1	2,76±0,19	2,76±0,19	2,86±0,14
	90	2,82±0,15	2,92±0,15	3,00±0,12
Kurumaddede Tuz	1	5,19±0,33	5,03±0,35	5,33±0,26
	90	5,24±0,28	5,45±0,23	5,58±0,39

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

Çalışmamızda saptanan kurumadde değişim aralığı, %48,32-57,96 ile Kurt vd. (1991), %51,24-58,34 ile Güven ve Konar (1994a), %48,32-57,96 ile Tarakçı vd. (2005), %42-64 ile Duman-Aydın ve Gülmez (2008), %48,04-54,00 ile Cakmakci vd. (2011), %36,06-66,82 ile Morul ve İşleyici (2012), %54,11-61,81 ile Şengül vd. (2014),

%51,26-59,26 ile Kara ve Akkaya (2015), %33,05-60,82 ile Erdem ve Patır (2017) ve %43,64-62,29 ile Erceyes vd. (2018) tarafından bildirilen değişim aralığı sınırları içerisinde kalmıştır. Ancak %56,51-74,22 ile Arslaner ve Bakırcı (2016) ve %55,72-60,56 ile Celik ve Tarakci (2017) tarafından tespit edilen değişim aralığı çalışmamızda %53,22-54,82 şeklinde belirlenen değişim aralığından yüksek bulunmuştur.

#### 4.3.4 Yağ oranı

Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde belirlenen yağ oranları Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Örneklerin yağ oranları %28,96-29,52 arasında değişiklik göstermiş, en yüksek değere %29,52 ile olgunlaşmanın 90. gününde kontrol örneği, en düşük değer ise %28,96 ile olgunlaşmanın 1. günde 50H örneği sahip olmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin yağ oranları üzerinde, ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Paketlemede kullanılan malzeme, nem alış-verişine engel olduğu için örneklerin yağ oranları da kurumadde oranları gibi depolama boyunca önemli bir değişiklik göstermemiştir. Kurt vd. (1991) %16,00-37,00, Güven ve Konar (1994a) %26,63-29,69, Cakmakci vd. (2011) %28,25-28,75, Morul ve İşleyici (2012) %13,00-32,00, Kara ve Akkaya (2015) %21,00-31,00, Arslaner ve Bakırcı (2016) %27,66-35,94, Erdem ve Patır (2017) %5,00-36,00 ve Erceyes vd. (2018) tarafından %21,00-36,00 olarak belirlenen yağ oranları çalışmamızda elde edilen oranlara benzerlik göstermektedir.

Peynir örneklerinin yağ ve kurumadde değerleri yardımıyla hesaplanan kurumaddede yağ oranları %53,32-54,93 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin kurumaddede yağ oranları üzerinde, ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Olgunlaşma döneminde deneme peynirlerinin kurumadde veya yağ oranlarında önemli bir değişim olmaması nedeniyle kurumaddede yağ oranlarının da önemli bir değişim göstermemesi normal bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (TGK, 2015), tam yağlı Tulum peynirinin kurumaddede en az %45 yağ içermesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda üretilen peynirlerin tamamı bu değerin üzerinde kurumaddede yağ içerdikleri için tam yağlı Tulum peyniri sınıfında yer almıştır.

#### 4.3.5 Tuz oranı

Deneme peynirlerinde, olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde belirlenen tuz oranları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Örneklerin tuz oranları %2,76-3,00 arasında değişiklik göstermiş ve en düşük değere %2,76 ile 1. günde kontrol ve 25H örnekleri birlikte, en yüksek değere ise 90. günde %3,00 ile 50H örneği sahip olmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin tuz oranları üzerinde, ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Paketlemede kullanılan malzeme, nem alış-verişine engel olduğu için örneklerin tuz oranları da kurumadde oranları gibi depolama boyunca önemli bir değişiklik göstermemiştir.

Çalışmamızda tespit edilen tuz oranları Kurt vd. (1991) %2,17-8,13, Morul ve İşleyici (2012) %1,75-5,81, Şengül vd. (2014) %2,63-5,33, Kara ve Akkaya (2015) %3,00-5,60, Erdem ve Patır (2017) %2,10-4,68 ve Erceyes vd. (2018) tarafından %2,42-4,77 olarak bildirilen aralık içinde yer alırken Ateş ve Patır (2001) %4,06-5,02, Tarakçı vd. (2005) %3,42-3,85 ve Arslaner ve Bakırcı (2016) tarafından %3,95-5,44 şeklinde belirlenen oranlardan düşük bulunmuştur.

Peynir örneklerinin tuz ve kurumadde değerleri yardımıyla hesaplanan kurumaddede tuz oranları %5,03-5,58 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin kurumaddede tuz oranları üzerinde, ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Olgunlaşma döneminde deneme peynirlerinin kurumadde veya tuz oranlarında önemli bir değişim olmaması nedeniyle kurumaddede tuz oranlarının da önemli bir değişim göstermemesi normal bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (TGK, 2015), Tulum peynirinin kurumaddede en çok %5 tuz içerebileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda üretilen peynirlerin tamamının bu değerlerin biraz üzerinde kurumaddede tuz içerdikleri görülmüştür.

#### 4.3.6 Protein oranı

Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşma boyunca belirlenen protein oranları Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Örneklerin protein oranları %21,73-23,30 arasında değişiklik



göstermiş ve en düşük değere %21,73 ile 60. günde 25H ve 50H örnekleri birlikte, en yüksek değere ise 1. günde %23,30 ile kontrol örneği sahip olmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin protein oranları üzerinde, ne hidrolize kazein ilavesinin ne de olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Paketlemede kullanılan malzeme, nem alış-verişine engel olduğu için örneklerin protein oranları da kurumadde oranları gibi depolama boyunca önemli bir değişiklik göstermemiştir.

Çalışmamızda belirlenen protein oranları, Kurt vd. (1991) %12,75-24,67, Morul ve İşleyici (2012) %16,79-31,62, Şengül vd. (2014) %21,61-24,98, Kara ve Akkaya (2015) %19,12-24,47, Erdem ve Patır (2017) %17,28-25,52 ve Erceyes vd. (2018) tarafından tespit edilen %19,24-27,63 değerlerine benzer, ancak Güven ve Konar (1994a) %19,32-21,70, Cakmakci vd. (2011) %16,65-21,31 ve Celik ve Tarakci (2017) tarafından tespit edilen %15,35-20,39 değerlerinden az da olsa yüksek bulunmuştur.

#### **4.3.7 Suda çözünen protein oranı**

Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşma boyunca belirlenen suda çözünen protein oranları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Örneklerin suda çözünen protein oranları %2,75-5,29 arasında değişim göstermiş ve en düşük değere %2,75 ile olgunlaşmanın 1. gününde kontrol örneği, en yüksek değere ise olgunlaşmanın 90. gününde %5,29 ile 50H örneği sahip olmuştur. Örneklerin suda çözünen protein oranları olgunlaşma boyunca düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 4.2).

Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin suda çözünen protein oranları üzerine, hem hidrolize kazein ilavesinin hem de olgunlaşma süresinin etkisi önemli ( $p<0,05$ ), bu iki faktörün ortak etkisi ise önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Örneklerin suda çözünen protein oranları, olgunlaşma boyunca hidrolize kazein ilave oranına paralel bir artış göstermiştir. Örnekler arasında istatistiksel bir farklılık tespit edildiği için örneklerin 90 günlük genel ortalamalarına (%3,58±0,68<sup>a</sup>, %4,15±0,62<sup>b</sup> ve %4,51±0,52<sup>c</sup>) Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucunda en düşük suda çözünen protein oranına kontrol örneğinin, en yüksek suda çözünen protein oranına ise 50H örneğinin sahip olduğu ve her bir örneğin diğerlerinden önemli ölçüde farklılık gösterdiği saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 4.5.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinde belirlenen protein, suda çözünen protein ve olgunlaşma katsayısı değerleri (n=2)

Bileşen (%)	Olgunlaşma Süresi (Gün)	Örnekler			Ortalama
		Kontrol	25H	50H	
Protein <sup>1</sup>	1	23,30±2,03	23,22±0,09	22,49±0,43	23,01±1,01
	15	22,00±1,19	22,03±0,35	22,54±0,83	22,19±0,72
	30	21,74±0,06	22,07±1,35	21,83±0,34	21,88±0,64
	60	21,77±0,75	21,73±0,53	21,73±1,30	21,74±0,71
	90	21,87±0,08	21,76±0,87	22,09±0,31	21,90±0,44
	<b>Ortalama</b>	22,14±1,03	22,16±0,82	22,14±0,66	22,14±0,82
Suda Çözünen Protein	1	2,75±0,42	3,33±0,27	3,92±0,05	3,33±0,57 <sup>A</sup>
	15	3,19±0,12	3,86±0,40	4,38±0,28	3,81±0,58 <sup>B</sup>
	30	3,59±0,04	4,05±0,06	4,26±0,16	3,97±0,32 <sup>B</sup>
	60	3,86±0,31	4,58±0,21	4,70±0,19	4,38±0,45 <sup>C</sup>
	90	4,53±0,44	4,94±0,14	5,29±0,40	4,92±0,44 <sup>D</sup>
	<b>Ortalama</b>	3,58±0,68 <sup>a</sup>	4,15±0,62 <sup>b</sup>	4,51±0,52 <sup>c</sup>	4,08±0,70
Olgunlaşma Katsayısı	1	11,93±2,82	14,32±1,21	17,43±0,11	14,56±2,82 <sup>A</sup>
	15	14,51±0,25	17,52±1,54	19,41±0,54	17,15±2,33 <sup>B</sup>
	30	16,52±0,15	18,41±1,41	19,51±1,05	18,15±1,57 <sup>B</sup>
	60	17,70±0,82	21,05±0,47	21,69±2,15	20,15±2,19 <sup>C</sup>
	90	20,73±2,11	22,70±0,25	23,92±1,50	22,45±1,85 <sup>D</sup>
	<b>Ortalama</b>	16,28±3,35 <sup>a</sup>	18,80±3,17 <sup>b</sup>	20,39±2,53 <sup>c</sup>	18,49±3,40

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

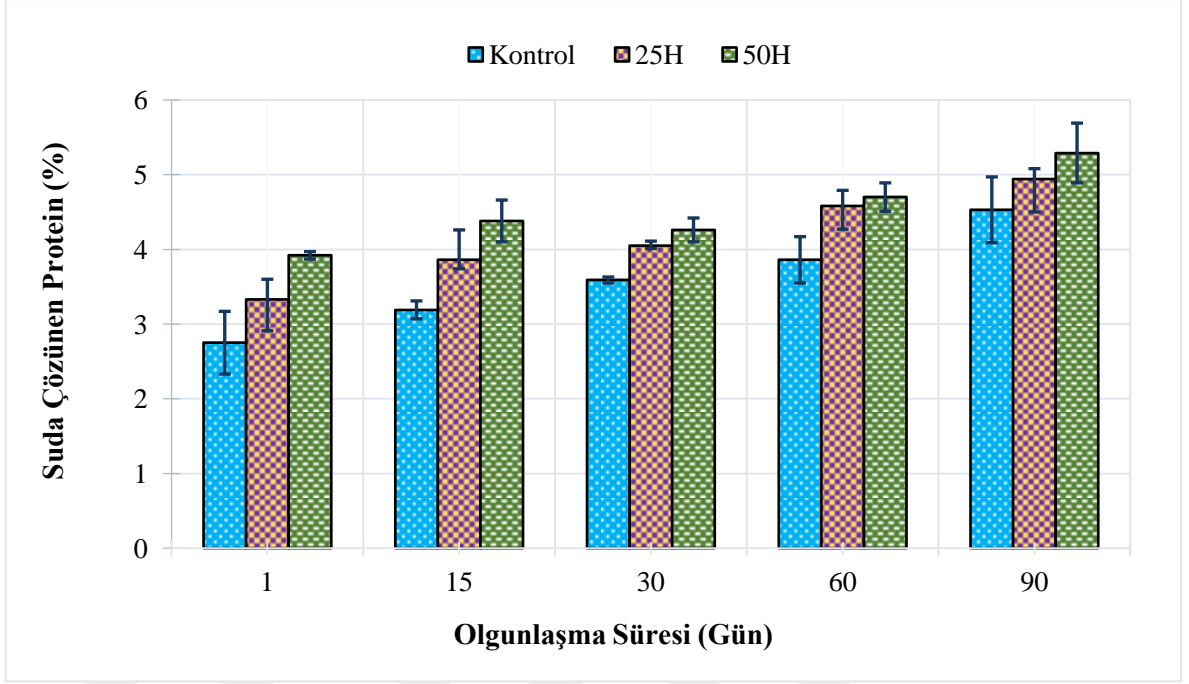
25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

A, B, C, D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

Kontrol örneğinin 60. günde sahip olduğu suda çözünen protein düzeyine (%3,86±0,31), 25H örneği 15. günde (%3,86±0,40), 50H örneği ise 1. günde (%3,92±0,05) sahip olmuştur. Sonuç olarak, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerinin suda çözünen protein oranlarını önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir.

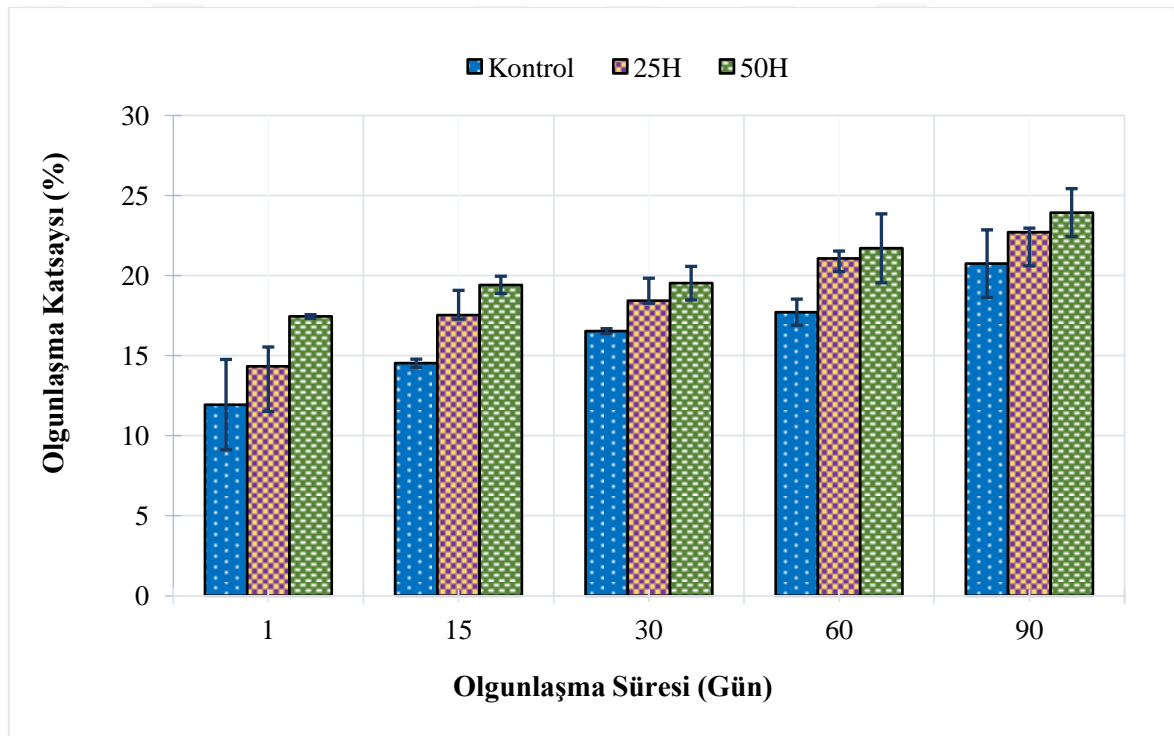


**Şekil 4.2.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin suda çözünen protein oranlarındaki değişim (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği)

Olgunlaşma dönemleri arasında da istatistiksel bir farklılık tespit edildiği için örneklerin her bir olgunlaşma dönemindeki genel ortalamalarına ( $3,33 \pm 0,57^A$ ,  $3,81 \pm 0,58^B$ ,  $3,97 \pm 0,32^B$ ,  $4,38 \pm 0,45^C$ ,  $4,92 \pm 0,44^D$ ) da Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucunda dört grubun oluştuğu, 1. grupta en düşük suda çözünen protein oranının gözlemlendiği olgunlaşmanın 1. gününün, 2. grupta olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinin, 3. grupta olgunlaşmanın 60. gününün ve 4. grupta en yüksek suda çözünen protein oranının elde edildiği olgunlaşmanın 90. gününün yer aldığı saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Sonuç olarak, olgunlaşma ilerledikçe suda çözünen protein oranının da, 15. ve 30. günler hariç buna paralel bir şekilde artış gösterdiği saptanmıştır. Yüz yirmi günlük olgunlaşma boyunca Tulum peyniri örneklerinin suda çözünen azot oranlarının düzenli bir artış gösterdiği Güven ve Konar (1994a) tarafından da tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde cam kavanozlarda olgunlaştırılan Tulum peyniri örneklerinin suda çözünen azot oranlarının da olgunlaşma boyunca sürekli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tarakçı vd., 2005).

#### 4.3.8 Olgunlaşma katsayısı

Suda çözünen proteinin toplam protein içerisindeki oranı olgunlaşma katsayısı olarak ifade edilmektedir. Deneme örneklerinde, olgunlaşma boyunca saptanan olgunlaşma katsayıları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3'te sunulmuştur. Örneklerin olgunlaşma katsayıları %11,93-23,92 arasında değişim göstermiş ve suda çözünen protein oranlarına benzer bir şekilde en düşük değere %11,93 ile olgunlaşmanın 1. gününde kontrol örneği, en yüksek değere ise olgunlaşmanın 90. gününde %23,92 ile 50H örneği sahip olmuştur. Örneklerin olgunlaşma katsayıları olgunlaşma boyunca düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin olgunlaşma katsayısındaki değişim (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği)

Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin olgunlaşma katsayıları üzerine, hem hidrolize kazein ilavesinin hem de olgunlaşma süresinin etkisi önemli ( $p < 0,05$ ), bu iki faktörün ortak etkisi ise önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. Örneklerin olgunlaşma katsayıları, olgunlaşma boyunca hidrolize kazein ilave oranına paralel bir artış göstermiştir. Örnekler arasında istatistiksel bir farklılık tespit edildiği için örneklerin 90 günlük genel ortalamalarına ( $16,28 \pm 3,35^a$ ,  $18,80 \pm 3,17^b$  ve  $20,39 \pm 2,53^c$ ) Duncan

testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucunda en düşük olgunlaşma katsayısına kontrol örneğinin, en yüksek olgunlaşma katsayısına ise 50H örneğinin sahip olduğu ve her bir örneğin diğerlerinden önemli ölçüde farklılık gösterdiği saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

Kontrol örneğinin 60. günde sahip olduğu olgunlaşma düzeyine ( $\%17,70\pm0,82$ ), 25H örneği 15. günde ( $\%17,52\pm1,54$ ), 50H örneği ise 1. günde ( $\%17,43\pm0,11$ ) sahip olmuştur. Benzer şekilde kontrol örneğinin 90. gününde sahip olduğu olgunlaşma düzeyine ( $\%21,05\pm0,47$ ), 25H ( $\%21,69\pm2,15$ ) ve 50H ( $\%20,73\pm2,11$ ) örnekleri 60. günde ulaşmıştır. Sonuç olarak, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerinin olgunlaşma katsayısını önemli ölçüde arttırdığı, bir başka ifade ile olgunlaşmayı en az 30 gün hızlandırdığı gözlenmiştir.

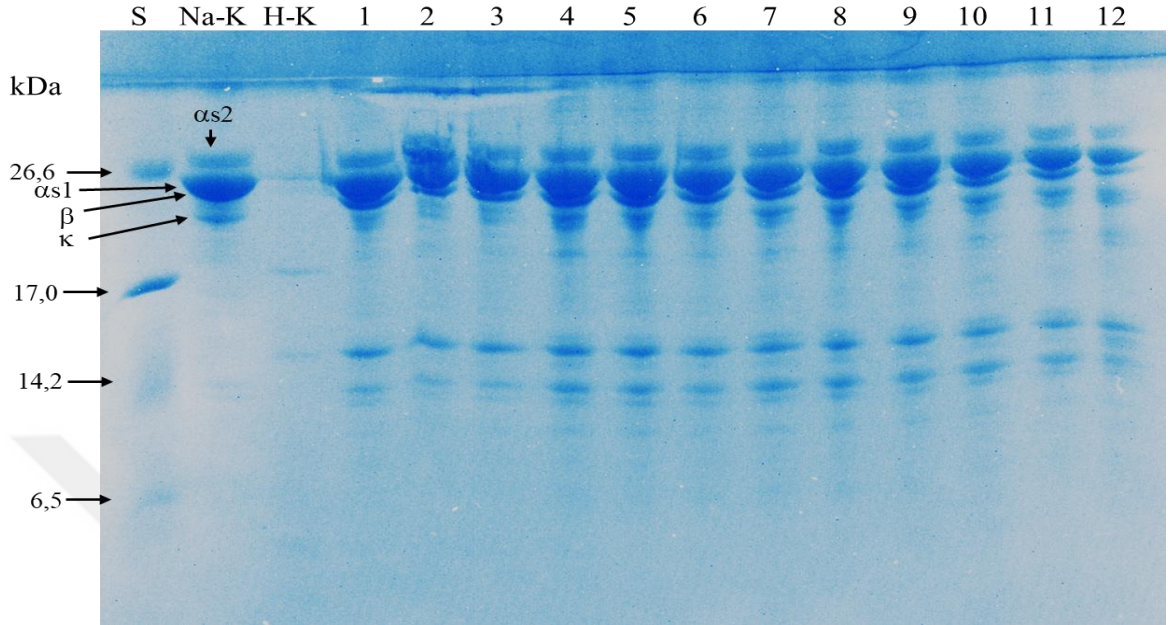
Olgunlaşma dönemleri arasında da istatistiksel bir farklılık tespit edildiği için örneklerin her bir olgunlaşma dönemindeki genel ortalamalarına ( $\%14,56\pm2,82^A$ ,  $\%17,15\pm2,33^B$ ,  $\%18,15\pm1,57^B$ ,  $\%20,15\pm2,19^C$  ve  $\%22,45\pm1,85^D$ ) da Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucunda dört grubun olduğu, 1. grupta en düşük olgunlaşma katsayısının gözlemlendiği olgunlaşmanın 1. gününün, 2. grupta olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinin, 3. grupta olgunlaşmanın 60. gününün ve 4. grupta en yüksek olgunlaşma katsayısının elde edildiği olgunlaşmanın 90. gününün yer aldığı saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, olgunlaşma ilerledikçe olgunlaşma katsayısının da, 15. ve 30. günler hariç buna paralel bir şekilde artış gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmamızda tespit edilen olgunlaşma katsayıları  $\%10,94-26,71$  ile Güven ve Konar (1994a),  $\%8,59-35,73$  ile Tarakçı vd. (2005),  $\%13,75-26,82$  ile Cakmakci vd. (2011),  $\%3,00-22,00$  ile Şengül vd. (2014),  $\%16,55-37,74$  ile Erdem ve Patır (2017),  $\%11,30-30,10$  ile Erceyes vd. (2018) tarafından saptanan değişim aralığı içerisinde yer almıştır.

#### **4.3.9 Trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi**

Sodyum kazeinat, hidrolize kazein ve peynir örnekleri proteinlerinin moleküler ağırlık dağılımlarını belirlemek için gerçekleştirilen Trisin-SDS-PAGE analizi sonucuna ait elektroforetogram Şekil 4.4'te sunulmuştur. Şekilden de görüldüğü üzere Neutralse enzimiyle hidrolizasyon sonrası  $\alpha$ -,  $\beta$ - ve  $\kappa$ -kazeine ait bantlar (H-K hattı) neredeyse

kaybolmuştur. Bu sonuç, %10'luk hidroliz derecesinin kazeini ortalama 10 aminoasit uzunluğunda peptitlere dönüştürdüğünü ( $100/10=10$ ) doğrulamaktadır.



**Şekil 4.4.** Sodyum kazeinat, hidrolize kazeinat ve peynir örneklerine ait Tris-SDS-PAGE elektroforetogramı. S: Protein standardı, Na-K: Sodyum kazeinat ( $\alpha$ s1-,  $\alpha$ s2-,  $\beta$ -,  $\kappa$ -kazein), H-K: Neutrase enzimi ile %10 düzeyinde hidrolize edilen kazein, 1, 2 ve 3: Olgunlaşmanın 1. günündeki kontrol, 25H (kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği) ve 50H (kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği) peynir örnekleri, 4, 5 ve 6: Olgunlaşmanın 30. günündeki kontrol, 25H ve 50H peynir örnekleri, 7, 8 ve 9: Olgunlaşmanın 60. günündeki kontrol, 25H ve 50H peynir örnekleri, 10, 11 ve 12: Olgunlaşmanın 90. günündeki kontrol, 25H ve 50H peynir örnekleri.

Olgunlaşma boyunca peynir örneklerindeki kazein fraksiyonlarının yavaş bir hızda parçalandığı, genel olarak peynir örnekleri arasında kazein fraksiyonlarının parçalanması açısından çok önemli bir farklılık bulunmadığı bant yoğunluklarından gözlenmiştir. Peynirlerin olgunlaşma katsayısında hidrolize kazein ilavesiyle istatistiksel olarak oluşan önemli farklılık Tris-SDS PAGE analizi sonucunda gözlenmemiştir.

#### 4.3.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

##### 4.3.10.1 M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterileri

Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşma boyunca belirlenen M17 besiyerinde gelişebilen laktik asit bakterileri (M17-LAB) sayısı (log kob/g) Şekil 4.5 ve Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Örneklerin M17-LAB sayıları 6,25-7,56 log kob/g arasında değişim göstermiş ve en düşük değere 6,25 log kob/g ile olgunlaşmanın 1. gününde bütün örnekler, en yüksek değere ise olgunlaşmanın 90. gününde 7,56 log kob/g ile 50H örneği sahip olmuştur. Örneklerin M17-LAB sayıları olgunlaşma boyunca düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 4.5).

**Çizelge 4.6.** M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin olgunlaşma boyunca değişimi (log kob/g) (n=2)

Örnekler	Olgunlaşma Süresi (Gün)				
	1	15	30	60	90
<b>Kontrol</b> <sup>1</sup>	6,25±0,14 <sup>Aa</sup>	6,63±0,22 <sup>Ab</sup>	6,88±0,11 <sup>Ac</sup>	6,97±0,03 <sup>Ac</sup>	7,06±0,06 <sup>Ac</sup>
<b>25H</b>	6,25±0,14 <sup>Aa</sup>	6,79±0,12 <sup>Ab</sup>	7,13±0,04 <sup>Bc</sup>	7,19±0,13 <sup>Bcd</sup>	7,35±0,06 <sup>Bd</sup>
<b>50H</b>	6,25±0,14 <sup>Aa</sup>	7,13±0,13 <sup>Bb</sup>	7,37±0,04 <sup>Cc</sup>	7,44±0,02 <sup>Ccd</sup>	7,56±0,03 <sup>Cd</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

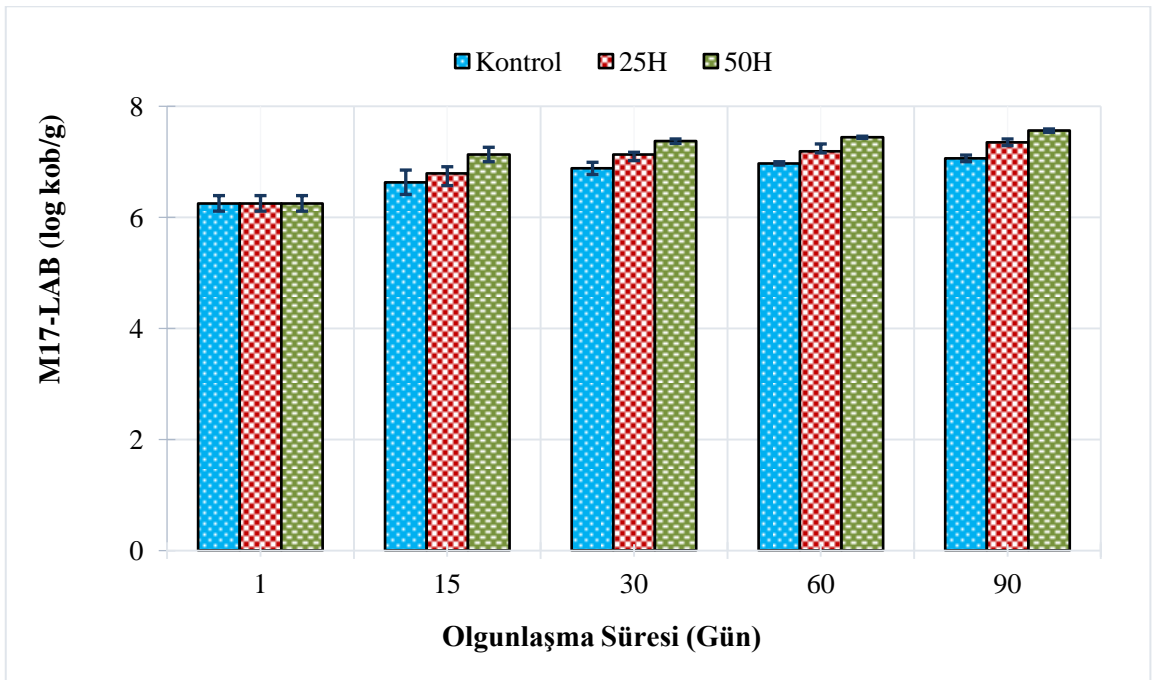
50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

A, B, C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

a, b, c, d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin M17-LAB sayıları üzerine, hidrolize kazein ilavesinin etkisi, olgunlaşma süresinin etkisi ve bu iki faktörün ortak etkisi önemli (p<0,05) bulunmuştur. Örneklerin M17-LAB sayıları, olgunlaşma boyunca hidrolize kazein ilave oranına paralel bir artış göstermiştir. Her iki faktörün ortak etkisi önemli bulunduğu için hem belirli bir olgunlaşma dönemindeki bütün örneklerin kendi aralarında, hem de tek bir örneğin bütün olgunlaşma süreleri arasında gösterdiği farklılıkları Duncan testi ile belirlemek mümkün olmuştur. Duncan testi sonucunda, kontrol, 25H ve 50H örnekleri aynı teleminin üçe bölünmesiyle hazırlandığı için olgunlaşmanın 1. gününde örnekler arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (p>0,05). Olgunlaşmanın 15. gününde kontrol ve 25H örnekleri arasında farklılık

bulunmazken ( $p>0,05$ ) 50H örneği diğer iki örnekten önemli ölçüde daha yüksek bir M17-LAB sayısı göstermiştir ( $p<0,05$ ). Olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde ise bütün örnekler birbirlerinden farklı M17-LAB sayısına sahip olmuş ( $p<0,05$ ), örneklerin en düşükten en yüksek değere doğru sıralaması kontrol, 25H ve 50H şeklinde gerçekleşmiştir. Sonuç olarak, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerindeki M17-LAB sayısını istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırdığı, bir başka ifade ile söz konusu bakteri grubunun gelişimini açık bir şekilde teşvik ettiği saptanmıştır. Hidrolize kazein ilavesiyle M17-LAB sayısında gözlenen bu artışın olgunlaşmanın hızlanmasına katkı sağlaması da beklenen bir durumdur.



**Şekil 4.5.** M17 agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin (M17-LAB) olgunlaşma boyunca değişimi (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkı peynir örneği)

Kara ve Akkaya (2015) tarafından Afyon Tulum peyniri örneklerinde tespit edilen 5,14-6,66 log kob/g M17-LAB sayıları çalışmamızda saptanan düzeylere benzerlik göstermektedir.



#### 4.3.10.2 MRS agarda gelişebilen laktik asit bakterileri

Deneme örneklerinde, olgunlaşma boyunca belirlenen MRS besiyerinde gelişebilen laktik asit bakterileri (MRS-LAB) sayısı (log kob/g) Şekil 4.6 ve Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Örneklerin MRS-LAB sayıları 5,08-6,55 log kob/g arasında değişim göstermiş ve en düşük değere 5,08 log kob/g ile olgunlaşmanın 1. gününde bütün örnekler, en yüksek değere ise olgunlaşmanın 60. gününde 6,55 log kob/g ile 50H örneği sahip olmuştur. MRS-LAB sayıları olgunlaşmanın 60. güne kadar bütün örneklerde düzenli bir artış, 90. gününde ise yalnızca kontrol örneğinde artış göstermiştir (Şekil 4.6).

**Çizelge 4.7.** Man Rogose Sharpe (MRS) agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin olgunlaşma boyunca değişimi (log kob/g) (n=2)

Örnekler	Olgunlaşma Süresi (Gün)				
	1	15	30	60	90
<b>Kontrol</b> <sup>1</sup>	5,08±0,06 <sup>Aa</sup>	5,67±0,13 <sup>Ab</sup>	5,81±0,15 <sup>Abc</sup>	5,85±0,09 <sup>Abc</sup>	5,86±0,13 <sup>Ac</sup>
<b>25H</b>	5,08±0,06 <sup>Aa</sup>	6,19±0,04 <sup>Bb</sup>	6,31±0,08 <sup>Bbc</sup>	6,41±0,09 <sup>Bc</sup>	6,26±0,11 <sup>Bb</sup>
<b>50H</b>	5,08±0,06 <sup>Aa</sup>	6,40±0,06 <sup>Cbc</sup>	6,50±0,07 <sup>Bbc</sup>	6,55±0,13 <sup>Bc</sup>	6,35±0,13 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

25H: Kurumaddesinin %2,5’i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

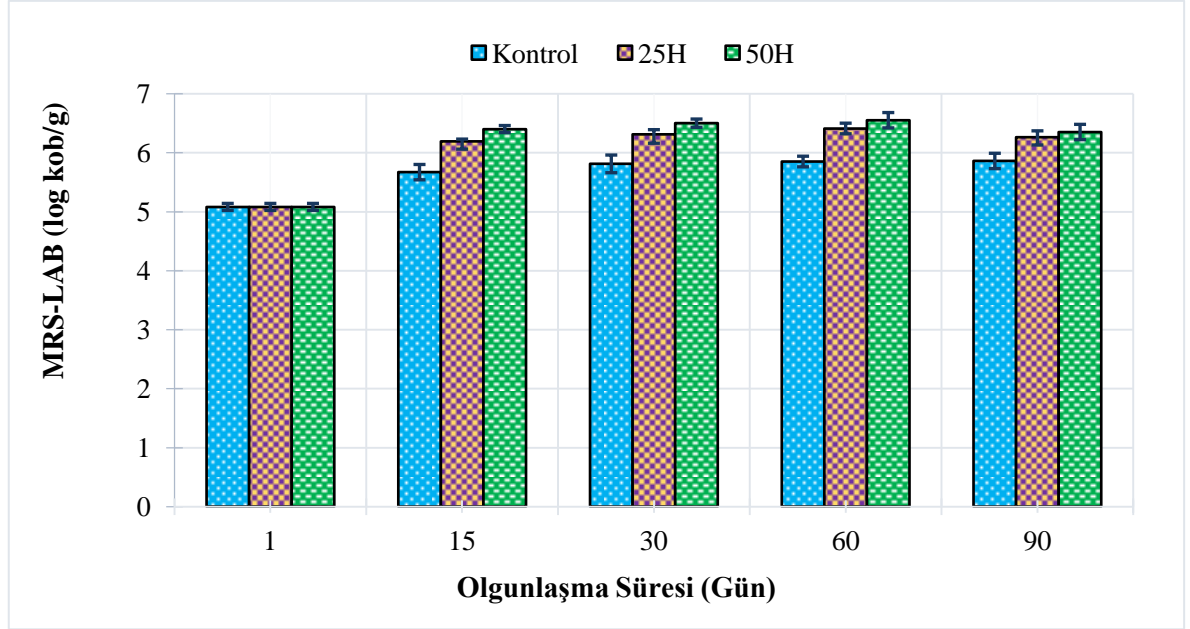
50H: Kurumaddesinin %5,0’ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

A, B, C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05)

Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin MRS-LAB sayıları üzerine, hidrolize kazein ilavesinin etkisi, olgunlaşma süresinin etkisi ve bu iki faktörün ortak etkisi önemli (p<0,05) bulunmuştur. Örneklerin MRS-LAB sayıları, olgunlaşmanın bütün dönemlerinde 25H ve 50H örneklerinde kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki faktörün ortak etkisi önemli bulunduğu için hem belirli bir olgunlaşma dönemindeki bütün örneklerin kendi aralarında, hem de tek bir örneğin bütün olgunlaşma dönemleri arasında gösterdiği farklılıkları Duncan testi ile belirlemek mümkün olmuştur. Duncan testi sonucunda, aynı telemenin üçe bölünmesiyle hazırlandığından kontrol, 25H ve 50H örnekleri olgunlaşmanın 1. gününde MRS-LAB sayıları açısından benzer bulunmuştur (p>0,05). Olgunlaşmanın 15. gününde bütün örnekler birbirinden farklı MRS-LAB sayısına sahip olmuş (p<0,05) ve örneklerin en düşükten en yüksek değere doğru

sıralaması kontrol, 25H ve 50H şeklinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde ise 25H ve 50H örnekleri arasında herhangi bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ) kontrol örneği diğer iki örnekten önemli ölçüde daha düşük MRS-LAB sayısına sahip olmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.6.** Man Rogose Sharpe agarda gelişebilen laktik asit bakterilerinin (MRS-LAB) olgunlaşma boyunca değişimi (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği)

Olgunlaşma boyunca kontrol örneği sürekli bir artış göstermiş ve en yüksek MRS-LAB sayısına 5,86 log kob/g ile 90. günde ulaşmış olmakla birlikte 60. ve 90. günler arasında MRS-LAB sayısı açısından önemli bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). 25H örneği, olgunlaşma boyunca en yüksek MRS-LAB sayısına 6,31 log kob/g ile 60. günde ulaşmış olmasına karşın 60. gün ile 30. gün arasında MRS-LAB sayısı açısından önemli bir farklılık oluşmamıştır ( $p>0,05$ ). 50H örneği, olgunlaşma boyunca en yüksek MRS-LAB sayısına 6,55 log kob/g ile 60. günde ulaşmış olmasına karşın 60. gün ile 15. ve 30. günler arasında MRS-LAB sayısı açısından önemli bir farklılık oluşmamıştır ( $p>0,05$ ).

Sonuç olarak, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerindeki MRS-LAB sayısını istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırdığı, bir başka ifade ile söz konusu bakteri grubunun gelişimini açık bir şekilde teşvik ettiği belirlenmiştir. MRS-LAB sayısında

hidrolize kazein ilavesiyle gözlenen bu artışın olgunlaşmanın hızlanmasına katkı sağlaması da beklenen bir durumdur.

Kara ve Akkaya (2015) tarafından Afyon Tulum peyniri örneklerinde tespit edilen 5,07-7,74 log kob/g MRS-LAB sayıları çalışmamızda saptanan düzeylere benzerlik göstermektedir.

#### 4.3.11 Duyusal değerlendirme

Tulum peyniri hafif acımsı ve ransit bir lezzete sahiptir (Hayaloğlu, 2008). Tulum peyniri örneklerinde, olgunlaşmanın 15., 30., 60. ve 90. günlerinde gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları Şekil 4.7 ve Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Örneklerin kabul edilebilirlik puanları (7 üzerinden) 4,85-5,70 arasında değişim göstermiş ve en düşük değere 4,85 ile 15. ve 30. günlerde kontrol ve 60. günde 50H örneği, en yüksek değere ise 5,70 ile 90. günde 25H örneği sahip olmuştur. Örneklerin kabul edilebilirlik puanları olgunlaşma boyunca düzensiz bir değişim göstermiştir (Şekil 4.7).

Yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin kabul edilebilirlikleri üzerine, hidrolize kazein ilavesinin etkisi önemsiz ( $p>0,05$ ), olgunlaşma süresinin etkisi ise önemli ( $p<0,05$ ), bulunmuştur. Örneklerin kabul edilebilirlik puanları, istatistiksel olarak önemli olmasa bile, olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde hidrolize kazein ilave oranına paralel bir artış göstermiş, 60. gün itibariyle bu ilişki bozulmuştur.

**Çizelge 4.8.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları

Örnekler	Olgunlaşma Süresi (Gün)			
	15	30	60	90
<b>Kontrol</b> <sup>1</sup>	4,85±1,23	4,85±0,81	5,50±1,19	5,20±0,83
<b>25H</b>	5,15±0,93	5,00±0,86	5,45±1,05	5,70±0,86
<b>50H</b>	5,35±0,81	5,15±0,67	4,85±0,99	5,35±1,18
<b>Ortalama</b>	5,12±1,01 <sup>ab</sup>	5,00±0,78 <sup>a</sup>	5,27±1,10 <sup>ab</sup>	5,42±0,98 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

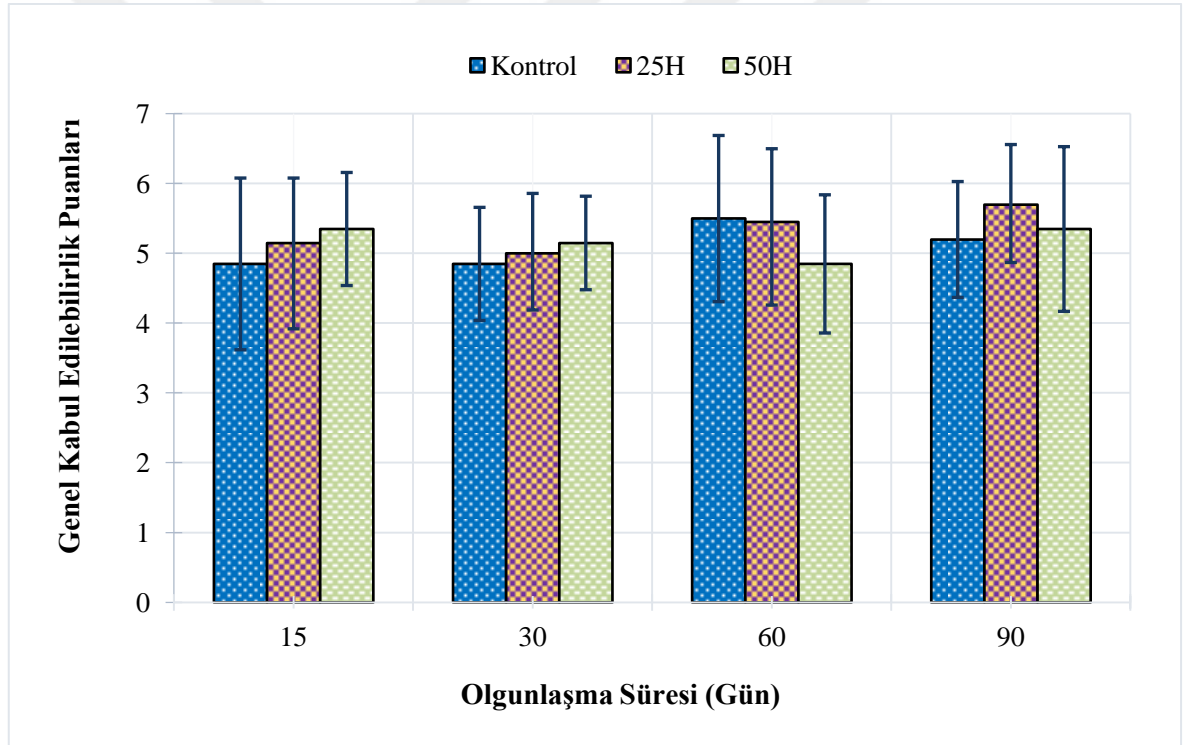
25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır ( $p<0,05$ )

Olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel bir farklılık tespit edildiği için örneklerin her bir olgunlaşma dönemindeki genel ortalamalarına ( $5,12 \pm 1,01^{ab}$ ,  $5,00 \pm 0,78^a$ ,  $5,27 \pm 1,10^{ab}$  ve  $5,42 \pm 0,98^b$ ) Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucunda iki grubun olduğu, 1. grupta en düşük kabul edilebilirlik puanının gözlemlendiği olgunlaşmanın 30. günü ile birlikte 15. ve 60. günlerin, 2. grupta ise 5,42 ile en yüksek kabul edilebilirlik puanının gözlemlendiği olgunlaşmanın 90. günü ile birlikte 15. ve 60. günlerinin yer aldığı saptanmıştır.

Olgunlaşmanın 15., 30. ve 90. günlerde, hidrolize kazein ilaveli peynir örneklerinin (25H ve 50H) kontrol örneğine göre, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte daha yüksek puan aldıkları saptanmıştır.



**Şekil 4.7.** Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları (25H: Kurumaddesinin %2,5'i oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği, 50H: Kurumaddesinin %5,0'ı oranında hidrolize kazein katkılı peynir örneği)

Duyusal değerlendirme sonucunda, hidrolize kazein ilaveli örneklerin, ilave oranına paralel bir şekilde olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde istatistiksel olarak önemsiz bile olsa kontrol örneğine oranla panelistlerden daha fazla puan aldıkları görülmüştür. Ayrıca hidrolize kazein ilaveli örneklerle ilgili panelistler olumsuz yorumlarda da

bulunmamışlardır. Bu nedenle Tulum peynirinin daha kısa sürede tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için Neutrase enzimi ile %10 düzeyinde hidrolize edilen kazeinin peynir kurumaddesinin %5'i düzeyinde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak olgunlaşma süresinin kısaltılması ile ilgili daha belirgin bir ilerleme sağlanmasında değişik proteolitik enzimlerle hidrolize edilen kazeinlerin ve/veya lipolitik enzim aktivitesine maruz bırakılan fermente kremaların kullanılmasının yararlı olabileceği değerlendirilmektedir.



## BÖLÜM V

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, kurumaddesinin %0'ı (kontrol), %2,5'i (25H) ve %5,0'ı (50H) düzeyinde hidrolize kazein içeren 3 çeşit peynir üretilip 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır.

Tulum peyniri örneklerinin titrasyon asitliklerinin %0,83-1,09 arasında değişim gösterdiği, hidrolize kazein ilave oranı arttıkça örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin de arttığı saptanmıştır. Bu artışın ilave edilen hidrolize kazeinin laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Peynir örneklerinin pH değerlerinin 5,05-5,11 arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin ve olgunlaşma süresinin pH değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Deneme örneklerinin kurumadde oranlarının %53,22-54,82 arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin ve olgunlaşma süresinin kurumadde oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde, Tulum peynirinin en az %55 kurumadde içermesi gerektiği belirtilmesine karşın deneme örneklerinin tamamının bu değerlerin altında bir kurumadde düzeyi ortaya koyduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin yağ oranlarının %28,96-29,52 arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin ve olgunlaşma süresinin yağ oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Paketlemede kullanılan malzeme, nem alış-verişine engel olduğu için örneklerin yağ oranları da kurumadde oranları gibi depolama boyunca önemli bir değişiklik göstermemiştir. Örneklerin kurumadede yağ oranlarının %53,32-54,93 arasında değiştiği, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre tam yağlı Tulum peyniri sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Deneme örneklerinin tuz oranlarının %2,76-3,00 arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin ve olgunlaşma süresinin tuz oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Örneklerin kurumadede tuz oranlarının %5,03-5,58 arasında

değiştirdiği, bu değerin Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre en fazla %5 olması gereken değerin bir miktar üzerinde olduğu saptanmıştır.

Peynir örneklerinin protein oranlarının %21,73-23,30 arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin ve olgunlaşma süresinin protein oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Deneme peynirlerinin suda çözünen protein oranlarının %2,75-5,29 arasında değiştiği, suda çözünen protein oranları üzerine, hem hidrolize kazein ilavesinin hem de olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin 60. günde sahip olduğu suda çözünen protein düzeyine (%3,86±0,31), 25H örneğinin 15. günde (%3,86±0,40), 50H örneğinin ise 1. günde (%3,92±0,05) sahip olduğu görülmüştür.

Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma katsayılarının %11,93-23,92 arasında değiştiği, olgunlaşma katsayıları üzerine, hem hidrolize kazein ilavesinin hem de olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin olgunlaşmanın 90. gününde sahip olduğu olgunlaşma düzeyine (%21,05±0,47), 25H (%21,69±2,15) ve 50H (%20,73±2,11) örneklerinin 60. günde ulaştığı, bu nedenle olgunlaşma süresinin en az 30 gün kısaltılabileceği saptanmıştır.

Trisin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez analizi sonucunda, olgunlaşma boyunca peynir örneklerindeki kazein fraksiyonlarının yavaş bir hızda parçalandığı, ancak genel olarak peynir örnekleri arasında kazein fraksiyonlarının parçalanması açısından çok önemli bir farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

M17 besiyerinde gelişebilen laktik asit bakterileri (M17-LAB) sayısının 6,25-7,56 log kob/g arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerindeki M17-LAB sayısını önemli ölçüde arttırdığı, bir başka ifade ile söz konusu bakteri grubunun gelişimini açık bir şekilde teşvik ettiği saptanmıştır.

Tulum peyniri örneklerinin MRS besiyerinde gelişebilen laktik asit bakterileri (MRS-LAB) sayısının 5,08-6,55 log kob/g arasında değiştiği, hidrolize kazein ilavesinin peynir örneklerindeki MRS-LAB sayısını önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.

Peynir örneklerinin kabul edilebilirlik puanlarının (7 üzerinden) 4,85-5,70 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda, hidrolize kazein ilaveli örneklerin, ilave oranına paralel bir şekilde olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde istatistiksel olarak önemsiz bile olsa kontrol örneğine oranla panelistlerden daha fazla puan aldıkları görülmüştür. Ayrıca hidrolize kazein ilaveli örneklerle ilgili panelistler olumsuz bir yorumda da bulunmamışlardır.

Çalışma sonucunda, Tulum peynirinin daha kısa sürede tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için Neutrase enzimi ile %10 düzeyinde hidrolize edilen kazeinin kullanılabilceği tespit edilmiştir. Otuz günlük olgunlaşma için %5,0, daha uzun olgunlaşma süreleri için ise %2,5 oranında hidrolize kazein ilavesinin uygun olduğu saptanmıştır.

Olgunlaşma süresinin kısaltılması ile ilgili daha somut bir gelişme sağlanması için çok fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu, bu amaçla değişik proteolitik enzimlerle hidrolize edilen kazeinlerin ve/veya lipolitik enzim aktivitesine maruz bırakılan fermente kremlerin kullanımının etkilerinin incelenmesinin hem süt endüstrisi hem de süt bilimi açısından yararlı olacağı değerlendirilmektedir.



## KAYNAKLAR

Adler-Nissen, J., “Enzymic hydrolysis of food proteins”, *Elsevier Applied Science Publishers*, 132–142, 1986.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists International, 16<sup>th</sup>. ed., *AOAC International*, Arlington, VA. USA, 1997a.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists International, 16<sup>th</sup>. ed., *AOAC International* Arlington, VA. USA, 1997b.

Arslaner, A. ve Bakırcı, İ., “Effect of milk type, pasteurization and packaging materials on some physicochemical properties and free fatty acid profiles of Tulum cheese”, *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 14(2), 98-104, 2016.

Ateş, G. ve Patir, B., “Starter kültürlü Tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar”, *F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 15(1), 45-56, 2001.

Azarnia, S., Robert, N. and Lee, B.H., “ Biotechnological methods to accelerate Cheddar cheese ripenin”, *Crit. Rev. Biotechnol.*, 26(3), 121-143, 2006.

BS-770, Determination of pH Value, British Standard Method for Chemical Analysis of Cheese. Part 5. *British Standards Institution.*, 1976.

Cakmakci, S., Gurses, M.ve Gundogdu, E., “The effect of different packaging materials on proteolysis, sensory scores and gross composition of tulum cheese”, *African Journal of Biotechnology*, 10(21), 4444-4449, 2011.

Calasso, M., Mancini, L., Di Cagno, R., Cardinali, G. and Gobbetti, M., “Microbial cellfree extracts as sources of enzyme activities to be used for enhancement flavor development of ewe milk cheese”, *J. Dairy Sci.*, 98 (9), 5874-5889, 2015.

Celik, O., F. ve Tarakci, Z., “ The effects of starter cultures on chemical, biochemical and sensory properties of low-fat Tulum cheeses during ripening”, *International journal of dairy technology*, 70(4), 583-591, 2017.

Corroler, D., Mangin, I., Desmases, N. and Gueguen M., “An ecological study of lactococci isolated from raw milk in the Camembert cheese registered designation of origin area”, *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 4729–4735, 1998.

Çağlar, A. ve Çakmakçı, S., “Kaşar Peynirinin Hızlı Olgunlaştırılmasında Proteaz ve Lipaz Enzimlerinin Farklı Metotlarla Kullanımı. 1. Peynirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”, *Gıda*, 23 (4): 291301, 1998.

Duman-Aydın, B. ve Gülmez, M., “Erzincan Tulum Peyniri Üretiminde Alternatif Yöntemlerin Araştırılması”, *Kafkas. Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 14(1), 67-73, 2008.

Durlu-Özkaya, F. ve Gün, İ., “Anadolu'da Peynir Kültürü”, ICANAS 38. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, Ankara, 2007.

El Soda, M., “Acceleration of cheese ripening. Recent Advances”, *J. Food Protect.* 49, 395-401, 1986.

Eralp, M., Peynir Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, 1974.

Erceyes, Ö., Yıldırım, M. ve Yıldırım, Z., “Tulum peynirinin toplam karbonil madde içeriği ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri”, *Journal of Animal Science and Products (JASP)* 1(1):67-83, 2018.

Erdem, G. ve Patır, B., “Elazığ'da Tüketime Sunulan Tulum Peynirlerinde Histamin Düzeyleri ile Bazı Kimyasal Kalite Parametreleri Üzerine Araştırmalar”, *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.*, 31(3): 235-241, 2017.

Fernandez-Garcia, E., Lopez-Fandino, R., Olano, A. and Ramos, M., “Comparative Study of the Proteolytic Activity of a *Bacillus subtilis* Neutral Protease Preparation During Early Stages of Ripening of Cheese Made from Cow and Ewe Milk”, *Milchwissenschaft*, 45 (7): 428-431, 1990.

Gomez, M. J., Garde, S., Gaya, P., Medina, M., and Nunez, M., “Relationship Between Level of Hydrophobic Peptides and Bitterness in Cheese Made from Pasteurized and Raw Milk”, *Journal of Dairy Research*, 64: 289-297, 1997.

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Bars, J.L. and Bergere, J.L., “Role Des Microorganismes Et Des Enzymes Du Cours De La Maturation”, *Le Lait*, 55, 502-516, 1975.

Gürsel, A., Süt Esaslı Ürünler Teknolojisi, *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, 1522, 2001.

Güven, M. ve Konar, A., “İnek sütlerinden üretilen ve farklı materyallerde olgunlaştırılan tulum peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri”, *Gıda/The Journal of Food*, 19(5), 287-293, 1994a.

Güven, M. ve Konar, A., “İnek sütlerinden üretilen ve farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri”, *Gıda/The Journal of Food*, 19(3), 179-185, 1994b.

Güven, M. ve Konar, A., “Ankara, İstanbul ve Adana Piyasalarında Farklı Ambalajlarda Satılan Tulum Peynirlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Standarda Uygunluğu”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 19, 287-291, 1995.

Hayaloğlu A.A., “Türkiye’nin Peynirleri-Genel Bir Perspektif”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 2008.

ISO-15214, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria - Colony-count technique at 30°C, *International Standardisation Organisation*, 1998.

Kailasapathy, K.A. and Lam, S.H., “Application of encapsulated enzymes to accelerate cheese ripening”, *Int. Dairy J.*, 15 (6-9), 929-939, 2005.

Kara, R. ve Akkaya, L., “Afyon Tulum peynirinin mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri ile laktik asit bakteri dağılımlarının belirlenmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 1-6, 2015.

Karaca, O. B., Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, s. 174, 2007.

Karaca, O. B. ve Güven, M., “Effect of Commercial Lipase and Protease Enzymes from Microbiological Sources on Properties of White Cheese. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences”, *Special Issue*: 1, 1080-1084, 2014.

Kheadr, E.E., Vuillemand, J.C. and El-Deeb, S.A., “Impact of liposome-encapsulated enzyme cocktails on cheddar cheese ripening”, *Food Res. Int.*, 36(3), 241-252, 2003.

Koçak, C., Gürsel, A., Avşar, Y.K. ve Semiz, A., “Ankara Piyasasındaki Tulum Peynirlerinin Bazı Nitelikleri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 121-125, 1996.

Kosikowski, F.V., Cheese and Fermented Milk Foods, Second Edition, *Cornell University*, Ithaca, New York, 1978.

Kosikowski, F.V., “Enzyme behavior and utilization in dairy technology”, *J. Dairy Sci.*, 71 (3), 557-565, 1988.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. ve Akyüz, N., “Erzincan Tulum (Şavak) peynirinin yapılışı, duyuşal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde bir araştırma”, *GIDA*, 16(5), 295-302, 1991.

Kurt, A. ve Öztekin, L., “Şavak Tulum Peynirinin Yapım Tekniğı Üzerinde Araştırmalar”, *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der.*, 15 (3-4), 65-77, 1984.

Law, B. A., “Controlled and Accelerated Cheese Ripening: The Research Base for New Technologies”, *International Dairy Journal*, 11: 383-398, 2001.

Law, B. A. and Wigmore, A. S., “Accelerated Cheese Ripening with Food Grade Proteinases”, *Journal of Dairy Research*, 49: 137-146, 1982.

Madsen, J. S., and Qvist, K. B., “ The Effect of Added Proteolytic Enzymes on Meltability of Mozzarella Cheese Manufactured by Ultrafiltration”, *Lait*, 78: 259-272, 1998.

Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T., Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition, *CRC Press*, 1999.

Morul, F. ve İşleyici, Ö., “Divle Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri”, *YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(2), 71-76, 2012.

Moskowitz, G.J. and Noelck, S.S., “Enzyme - modified cheese technology”, *J. Dairy Sci.*, 70 (8), 1761-1770, 1987.

Murtaza, M.A., Rehman, S.U., Anjum, F.M., Huma, N., Tarar, O. M. and Mueen-ud-Din, G., “Organic acids contents of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by accelerated ripening and sodium salt”, *Journal of Food Biochemistry*, 36, 99–106, 2012.

Özcan, T., Starter, Proteaz ve Lipaz Kullanımının Mihaliç Peynirinin Olgunlaşma Süresine Etkisi, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, s. 130, 2000.

Raksakulthai, R., and Haard, N. F., “Accelerated Cheddar Cheese Ripening with an Aminopeptidase Fraction from Squid Hepatopancreas”, *Food Chemistry and Toxicology*, 67 (3): 923-929, 2002.

Schägger, H., “Tricine–SDS–PAGE” *Nature Protocols*, 1, 16-22, 2006.

Şengül, M., Erkaya, T., Dervişoğlu, M., Aydemir, O. ve Gül, O., “Compositional, biochemical and textural changes during ripening of Tulum cheese made with different coagulants”, *International Journal of Dairy Technology* 67(3), 373-373, 2014.

Tarakçı, Z., Küçüköner, E., Sancak, H. ve Ekici, K., “İnek sütünden üretilerek cam kavanozlarda olgunlaştırılan tulum peynirinin bazı özellikleri”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1), 9-14, 2005.

TGK, Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş, İçme Sütleri Tebliği, 2000/6 *Resmi Gazete*, 23964, 2000.

TGK, Türk Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi-Peynir Tebliği, 2015/6., *Resmi Gazete*, 29261, 2015.

TÜİK, “Süt ve Süt Ürünleri Üretimi” *Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni*, 30714, 2019.

Tomar O., Akarca G., Beykaya M. ve Çağlar A., “Some characteristics of Erzincan tulum cheese produced using different probiotic cultures and packaging material”, *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 24(5): 647-654, 2018.

TS-591, Beyaz Peyniri Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2013.

TS-1018, Çiğ İnek Sütü Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1994.

TS-3046, Peynirde Yağ Miktarı Tayini (Van Gulik Metodu) Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1978.

Upadhyay, V.K. and McSweeney, P.L.H., Acceleration of cheese ripening. In Dairy Processing: Improving Quality. Smit, G., ed., *Woodhead Publishing*, Cambridge, England, 419-447, 2003.

Waterborg, J.H., The Lowry method for protein quantitation., *The Protein Protocols Handbook*: Springer, pp. 7-10, 2009.

Wilkinson, M.G. and Kilcawley, K.N., “Mechanisms of incorporation and release of enzymes into cheese during ripening”, *Int. Dairy J.*, 15(6-9), 817-830, 2005.

Yarlagadda, A.B., Assessment of different novel approaches to accelerate cheese ripening for a range of applications, Thesis, *University of Limerick*, Ireland, 322 pp, 2014.



## ÖZGEÇMİŞ

Semra VAROL 28.05.1993 tarihinde Niğde’de doğdu. İlk orta ve lise öğretimini Niğde’de tamamladı. 2010 yılında girdiği Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden Ocak 2015’te mezun oldu. 2016-2017 yılları arasında İstat Unlu Mamülleri’nde mühendis olarak çalıştı ve aynı dönemde Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2017-2019 yılları arasında ODTÜ Koleji’nde gıda mühendisi olarak çalıştı.





