ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Murat KALENDER

TULUM PEYNİRİ ÜRETİMİNDE PROBİYOTİK LAKTİK ASİT BAKTERİSİ KULLANIMININ PEYNİRLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE OLGUNLAŞMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2020

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TULUM PEYNİRİ ÜRETİMİNDE PROBİYOTİK LAKTİK ASİT BAKTERİSİ KULLANIMININ PEYNİRLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE OLGUNLAŞMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Murat KALENDER

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....	.....	.....
Prof. Dr. Nuray GÜZELER	Prof. Dr. Mehmet GÜVEN	Prof. Dr. M. Serdar AKIN
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE
.....	.....	
Prof. Dr. Işıl VAR	Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN	
ÜYE	ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2017-9010

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

TULUM PEYNİRİ ÜRETİMİNDE PROBİYOTİK LAKTİK ASİT BAKTERİSİ KULLANIMININ PEYNİRLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE OLGUNLAŞMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Murat KALENDER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
Yıl: 2020, Sayfa: 193
Jüri : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
: Prof. Dr. M. Serdar AKIN
: Prof. Dr. Işıl VAR
: Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN

Bu araştırmada, üç farklı probiyotik laktik asit bakterisi ve starter kültür (Valiren® C1M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanılarak Tulum peynirleri üretilmiştir. Bu peynirler 180 gün boyunca depolanmıştır. Araştırmada K (starter kültür), LA (*Lactobacillus acidophilus* LA-5® + starter kültür), LC (*Lactobacillus casei* 431® + starter kültür) ve LR (*Lactobacillus rhamnosus* LR + starter kültür) olmak üzere dört farklı Tulum peyniri üretilmiştir. Depolamanın 1., 15., 45., 90., ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

Depolama süresince Tulum peynirlerinin titrasyon asitliği, kuru madde, yağ, protein, tuz, kül, toplam serbest yağ asitleri, suda çözünen azot, olgunlaşma derecesi, toplam serbest aminoasit, bütirik asit, laktik asit, sitrik asit, sertlik, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastiklik değerleri artarken pH, penetrometre ve propiyonik asit değerleri düşmüştür. Tulum peynirlerinin asetik asit, pürivik asit ve esneklik değerlerinde depolama süresince dalgalanmalar olmuştur. Probiyotik laktik asit bakterisi kullanımı Tulum peynirlerinin laktik asit bakteri sayılarını ve duyusal özelliklerini olumlu yönde etkilemesinin yanı sıra proteolitik özellikleri ve tekstürel özelliklerini de önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Laktik asit bakterileri, Tulum peyniri, Olgunlaşma

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECT OF PROBIOTIC LACTIC ACID BACTERIA UTILIZATION ON QUALITY PARAMETERS AND RIPENING PROFILE OF TULUM CHEESE

Murat KALENDER

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF BASIC AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
Year: 2020, Pages: 193
Jury : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
: Prof. Dr. M. Serdar AKIN
: Prof. Dr. Işıl VAR
: Asst. Prof. Dr. Emel ÜNAL TURHAN

Tulum cheese were manufactured by using three different probiotic lactic acid bacteria (LAB) with starter culture (Valiren® C1M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*). Produced cheeses were ripened during 180 days. In this study four different Tulum cheese were produced and they were as follows: Tulum cheese produced using only starter culture (K), *Lactobacillus acidophilus* LA-5® and starter culture (LA), *Lactobacillus casei* 431® and starter culture (LC), *Lactobacillus rhamnosus* LR and starter culture (LR). Some physical, chemical, microbiological and sensory properties of Tulum cheeses were examined on the 1st, 15th, 45th, 90th and 180th days of ripening.

Titration acidity, dry matter, fat, protein, salt, ash, total free fatty acids, water soluble nitrogen, ripening degree, total free amino acid, butyric acid, lactic acid, citric acid, hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience values increased while pH, penetrometer and propionic acid values decreased during ripening period. On the other hand, there were fluctuations in acetic acid, pyruvic acid and springiness values of Tulum cheese during ripening. The use of probiotic lactic acid bacteria positively affected lactic acid bacteria counts and sensory properties of Tulum cheeses. In addition, usage of probiotic LAB significantly influenced many properties of Tulum cheese including proteolytic and textural properties ($p<0.05$).

Keywords: Probiotic, Lactic acid bacteria, Tulum cheese, Ripening

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Peynir, pH değeri, yağ içeriği, oksijen seviyesi ve depolama koşulları ile probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılıklarını sürdürmesi açısından diğer ürünlere kıyasla daha avantajlı bir üründür (Stanton ve ark., 2001; Ross ve ark., 2002; Boylston ve ark., 2004). Ülkemizde en çok üretilen peynir türlerinin probiyotik kültürlerden yararlanılarak üretimi, ülkemiz insanının sağlıklı bir şekilde beslenmesini teşvik edeceği, ülkemiz peynir endüstrisinin ürün yelpazesini genişleteceği ve değeri arttırılmış peynir türlerinin imalatı ve satışı ile peynir üreticilerinin piyasadaki pazar payının arttırılabileceği düşünülmektedir (Gürsoy ve Kınık, 2005).

Bu araştırmada üç farklı probiyotik laktik asit bakterisi ve starter kültür (Valiren® C1M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanılarak Tulum peynirleri üretilmiştir. Bu peynirler 180 gün boyunca depolanmıştır. Araştırmada K (starter kültür), LA (*Lactobacillus acidophilus* LA-5® + starter kültür), LC (*Lactobacillus casei* 431® + starter kültür) ve LR (*Lactobacillus rhamnosus* LR + starter kültür) olmak üzere dört farklı Tulum peyniri üretilmiştir. Depolamanın 1., 15., 45., 90., ve 180. günlerinde Tulum peynirleri bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri açısından incelenmiştir.

Peynir üretimi için seçilen çiğ sütün gerekli kontrol ve analizleri yapıldıktan sonra süte çift cidarlı paslanmaz çelik peynir kazanında 67°C'de 10 dakika ısıl işlem uygulanmıştır. Daha sonra süt 35±1°C'ye soğutulup % 0.02 oranında $CaCl_2$ ilave edildikten sonra dört eşit kısma ayrılmıştır. Birinci kısım süte (K) starter kültür olarak Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/250000) ilave edilmiştir. İkinci kısım süte (LA) *Lactobacillus acidophilus* LA-5® (1/80000) ve Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) ilave edilmiştir. Üçüncü kısım süte (LC) *Lactobacillus casei* 431® (1/80000) ve Valiren® C 1 M

Lactococcus lactis subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) ilave edilmiştir. Dördüncü kısım süte (LR) *Lactobacillus rhamnosus* LR (1/2000000) ve Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) ilave edilmiştir. Kültür ilave edilen sütler 30 dakika ön olgunlaştırmaya tabi tutulmuş daha sonra 34°C'de sıvı peynir mayasıyla mayalanmıştır. Maya miktarı, sütün pıhtı kesim olgunluğuna yaklaşık 90 dakikada ulaşabileceği şekilde hesaplanmıştır. Maya 10 katı sulandırılıp süte ilave edilmiştir. Oluşan pıhtı 1-2 cm^3'lük büyüklükte kesilmiş ve teleme - peyniraltı suyu karışımı 10 dakika boyunca kademeli olarak 38°C'ye gelecek şekilde ısıtılmıştır. Ardından peyniraltı suyunun 1/3'ü uzaklaştırıldıktan sonra 15 dakika süre ile dinlendirilmiştir. Daha sonra peyniraltı suyu cendere bezinden süzdürülüp 20 g/cm^2 basınç altında 24 saat baskılı süzme işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra peynirler paslanmaz çelik kıyma makinesine alınarak 3-4 mm^3 büyüklüğünde parçalara ayrılmıştır. Parçalanan peynirler % 3 oranında kuru tuzla (NaCl) tuzlanarak iyice karıştırılmıştır. Daha sonra bu peynirler koyun derilerine çok sıkı bir şekilde el ile basılmıştır. Son bağlama kısmının ucuna ve bağlama yerinin iç kısmına da bir miktar tuz atılıp derilerin ağzı bağlanmıştır. Peynir dolu tulumlar güneş ışığına maruz kalmayan serin bir yerde (15-18°C) 7 gün ön olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Ön olgunlaşması tamamlanan peynirler 4±1°C sıcaklıkta 180 gün olgunlaştırılmıştır. Üretim üç tekerrürlü olarak yapılmış ve Tulum peyniri örnekleri olgunlaştırmanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizlere tabi tutulmuştur.

Tulum peynirlerinin pH değerleri depolama sonuna kadar düşmüş, asitlik değerleri ise artmıştır. Farklı probiyotik laktik asit bakterisi kullanımı Tulum peynirlerinin pH ve asitlik değerlerini etkilemiştir ($p<0.05$). Depolama süresince en yüksek titrasyon asitliği ve en düşük pH değerleri LC Tulum peynirinde belirlenirken, depolama sonunda en yüksek pH ve en düşük titrasyon asitliği değerleri K Tulum peynirinde tespit edilmiştir.

Tulum peynirlerinin kuru madde, yağ ve protein oranları su kaybına bağlı olarak sürekli artmıştır ($p<0.05$). LR Tulum peynirinin kuru madde, yağ ve protein oranları diğerlerinden daha düşük olmuştur. Tulum peynirlerinin kuru maddede % yağ oranlarında önemli bir değişim olmamıştır ($p>0.05$). LR Tulum peynirinin kuru maddede % protein oranındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tulum peynirlerinin tuz ve kül oranları depolama sonuna kadar genel olarak artmıştır. Kül oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tulum peynirlerinin kuru maddede tuz oranlarında depolama sonuna kadar önemli bir değişiklik olmamıştır ($p>0.05$).

Tulum peynirlerinin penetrometre değerleri depolama sonuna kadar düşmüştür. Bu düşüş LR Tulum peyniri haricindeki peynirlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Toplam serbest yağ asitleri değerleri depolama sonuna kadar artmıştır. Depolama sonunda LA ve K Tulum peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri değerleri LR ve LC Tulum peynirlerininkinden daha yüksek bulunmuştur.

Tulum peynirlerinin suda çözünen azot (SÇA) değerleri depolama sonuna kadar artmıştır. Bu artış Probiyotik laktik asit bakterisi ile üretilen peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). LR Tulum peynirinin SÇA değerleri depolama süresince diğerlerinden yüksek olmuştur. SÇA değerlerine bağlı olarak olgunlaşma derecesi değerleri de genel olarak artmıştır. LA ve LC Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecelerindeki artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. LR Tulum peynirinin olgunlaşma derecesi değerleri depolama süresince diğerlerinden yüksek olmuştur. Tulum peynirlerinin % kazein azotu değerleri depolama süresince artmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin kazein azotu değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri depolama süresince artmıştır. Bu artış K Tulum peyniri haricindeki peynirlerde istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur ($p<0.05$). LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri K Tulum peynirininkinden daha yüksek olmuştur.

Tulum peynirlerinin kazein fraksiyonlarının elektroforetogram bantlarındaki dağılım birbirinden farklı olmuştur. Özellikle LR Tulum peynirinde kazein hidrolizi diğerlerinden daha fazla olmuştur.

Tulum peynirlerinin bütirik ve laktik asit değerleri depolama süresince artmıştır. Tüm Tulum peynirlerinde depolamanın 180. gününde belirlenen sitrik asit değerleri depolamanın 1. gününde belirlenen sitrik asit değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Asetik ve pürivik asit değerlerinde depolama süresince dalgalanmalar olmuştur. Propiyonik asit değerleri ise depolama süresince azalmıştır. Probiyotik laktik asit bakterisi kullanımı Tulum peynirlerinin organik asit kompozisyonunu etkilemiştir.

Tulum peynirlerinin toplam laktik asit bakteri (LAB) sayıları depolamanın 15. gününe kadar artmış fakat daha sonra 180. gününe kadar azalmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 90. ve 180. günlerinde belirlenen LAB sayıları depolamanın 1. gününe göre K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinde sırasıyla "3.81 ve 4.34", "2.98 ve 4.89", "2.87 ve 3.03" ve "1.44 ve 2.34" log kob/g daha az olmuştur. Tulum peynirlerinin LAB sayıları arasındaki farklılık depolamanın 90. ve 180. günlerinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmuştur ($p<0.05$).

Tulum peynirlerinin sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri depolama boyunca artmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 180. günündeki iç yapışkanlık ve elastiklik değerleri depolamanın 1. günündekinden daha yüksek olmuştur. Tulum peynirlerinin tekstürel özellikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmuştur ($p<0.05$).

Probiyotik laktik asit bakterileri ile üretilen Tulum peynirlerinin duyusal özellikleri depolama süresince K Tulum peynirinden daha çok beğenilmiştir.

Probiyotik laktik asit bakterilerinin Tulum peyniri üretiminde kullanımı LAB sayısı ve duyusal özellikler açısından (özellikle LC ve LR) peyniri daha üstün hale getirmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nuray GÜZELER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı Doktora Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜVEN ve Sayın Prof. Dr. M. Serdar AKIN'a, doktora tezi jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Işıl VAR ve Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Peynir üretiminde yardımını esirgemeyen Sayın Süleyman GELEBEK, Dr. Hüseyin MERT ve Güneydoğu Süt çalışanlarına teşekkür ederim.

Analizlerdeki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Bilal AĞIRMAN, Ahmed Azeez Khalıd ALBAYATI, Mehmet Ali ÇIRAK, Mecithan SERÇE, İbrahim DOĞAN, Çağdaş ÇATAKLI, Hüsnü AĞCA, Arş. Gör. Mustafa Kadir ESEN, Akram BEN GHORBAL, Arş. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM, Arş. Gör. Dr. Süleyman POLAT, Arş. Gör. Tansu TAŞPINAR, Firuza KOBOYEVA ve Ahmet KALENDER'e teşekkür ederim.

Doktora sürecimde bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığına ve maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (Proje no: FDK-2017-9010) teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında sağladıkları destek ve gösterdikleri fedakârlıktan dolayı sevgili eşim Aliye KALENDER, biricik annem Birsen KALENDER, kızlarım Zeynep, Zehra ve Asya'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVIII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 9
2.1. Tulum Peyniri ile İlgili Çalışmalar 9
2.2. Probiyotik Peynirler ile İlgili Çalışmalar 20
3. MATERYAL VE YÖNTEM 29
3.1. Materyal 29
3.1.1. Süt 29
3.1.2. Peynir Mayası 29
3.1.3. Starter Kültür ve Probiyotik Kültürler 29
3.1.4. Tuz 29
3.1.5. Ambalaj Materyali 29
3.2. Yöntem 30
3.2.1. Tulum Peyniri Üretimi 30
3.2.2. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması 33
3.2.3. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyu Analizleri 33
3.2.3.1. pH Tayini 33
3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Tayini 33
3.2.3.3. Kuru Madde Oranı 33

3.2.3.4. Yağ Oranı 33
3.2.3.5. Protein Oranı 34
3.2.4. Ham peynir verimi 34
3.2.5. Tulum Peyniri Analizleri 34
3.2.5.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler 34
3.2.5.1.1. pH Tayini 34
3.2.5.1.2. Titrasyon Asitliği Tayini 34
3.2.5.1.3. Kuru Madde Oranı 34
3.2.5.1.4. Yağ ve Kuru Maddede Yağ Oranı 35
3.2.5.1.5. Toplam Azot, Protein ve Kuru Maddede Protein Oranı 35
3.2.5.1.6. Tuz ve Kuru Maddede Tuz Oranı 35
3.2.5.1.7. Kül Tayini 35
3.2.5.1.8. Pıhtı Sıkılığı Değeri 35
3.2.5.1.9. Toplam Serbest Yağ Asitleri 36
3.2.5.1.10. Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı ve Olgunlaşma Derecesi 37
3.2.5.1.11. Kazein Azotu Oranı 37
3.2.5.1.12. Toplam Serbest Aminoasit Miktarı 38
3.2.5.1.13. Üre-Poliakrilamid Jel Elektroforez (Urea-PAGE) İle Kazein Fraksiyonlarının Belirlenmesi 39
3.2.5.1.14. Organik Asit Kompozisyonu 43
3.2.5.1.15. Tekstür Profili Analizleri 43
3.2.5.2. Mikrobiyolojik Analizler 44
3.2.5.2.1. Laktik Asit Bakterileri Sayısı 44
3.2.5.3. Duyusal Analizler 44
3.2.5.4. İstatistiksel Analizler 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 47

4.1. Tulum Peyniri Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütlerin Bileşim Özellikleri..... 47
4.2. Tulum Peyniri Üretiminden Artan Peyniraltı Sularının Bileşim Özellikleri..... 48
4.3. Ham Peynir Verimi..... 49
4.4. Tulum Peynirlerinin Özellikleri..... 50
4.4.1. Tulum Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri..... 50
4.4.1.1. Tulum Peynirlerinin pH Değerleri..... 50
4.4.1.2. Tulum Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri..... 52
4.4.1.3. Tulum Peynirlerinin Kuru Madde Oranları..... 54
4.4.1.4. Tulum Peynirlerinin Yağ ve Kuru Maddede Yağ Oranları..... 56
4.4.1.5. Tulum Peynirlerinin Protein ve Kuru Maddede Protein Oranları..... 60
4.4.1.6. Tulum Peynirlerinin Tuz ve Kuru Maddede Tuz Oranları..... 64
4.4.1.7. Tulum Peynirlerinin Kül Oranları..... 68
4.4.1.8. Tulum Peynirlerinin Penetrometre (Pıhtı Sıkılığı) Değerleri..... 70
4.4.1.9. Tulum Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Değerleri..... 72
4.4.2. Tulum Peynirlerinin Proteolitik Özellikleri..... 75
4.4.2.1. Tulum Peynirlerinin Toplam Azot Değerleri..... 75
4.4.2.2. Tulum Peynirlerinin Suda Çözünen Azot (SÇA) ve Olgunlaşma Derecesi Değerleri..... 77
4.4.2.3. Tulum Peynirlerinin Kazein Azotu (%) Değerleri..... 81
4.4.2.4. Tulum Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Değerleri..... 83
4.4.2.5. Tulum Peynirlerinin Elektroforetik Özellikleri..... 86
4.4.3. Tulum Peynirlerinin Organik Asit Kompozisyonu..... 95
4.4.3.1. Tulum Peynirlerinin Asetik Asit Değerleri..... 96
4.4.3.2. Tulum Peynirlerinin Bütirik Asit Değerleri..... 99
4.4.3.3. Tulum Peynirlerinin Laktik Asit Değerleri..... 101

4.4.3.4. Tulum Peynirlerinin Propiyonik Asit Değerleri 103
4.4.3.5. Tulum Peynirlerinin Pürivik Asit Değerleri 104
4.4.3.6. Tulum Peynirlerinin Sitrik Asit Değerleri 106
4.4.3.7. Tulum Peynirlerinin Organik Asit Kompozisyonu Değerleri ile Oluşturulan Dendrogram ve PCA (Principle Companent Analyses) Grafiği 108
4.4.4. Tulum Peynirlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri 111
4.4.4.1. Tulum Peynirlerinin Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayıları 111
4.4.5. Tulum Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri 115
4.4.5.1. Tulum Peynirlerinin Sertlik Değerleri 116
4.4.5.2. Tulum Peynirlerinin Esneklik Değerleri 118
4.4.5.3. Tulum Peynirlerinin İç Yapışkanlık Değerleri 120
4.4.5.4. Tulum Peynirlerinin Sakızımsılık Değerleri 122
4.4.5.5. Tulum Peynirlerinin Çiğnenebilirlik Değerleri 124
4.4.5.6. Tulum Peynirlerinin Elastiklik Değerleri 126
4.4.5.7. Tulum Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri ile Oluşturulan Dendrogram ve PCA (Principle Companent Analyses) Grafiği 128
4.4.6. Tulum Peynirlerinin Duyusal Özellikleri 131
4.4.6.1. Tulum Peynirlerinin Kesit ve Görünüş Puanları 131
4.4.6.2. Tulum Peynirlerinin Yapı Puanları 133
4.4.6.3. Tulum Peynirlerinin Koku Puanları 135
4.4.6.4. Tulum Peynirlerinin Tat Puanları 138
4.4.6.5. Tulum Peynirlerinin Genel Kabul Edilebilirlik Puanları 140
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 143
KAYNAKLAR 161
ÖZGEÇMİŞ 187
EKLER 188

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Sütlere ilave edilen kültürler ve oranları 31
Çizelge 3.2. Tulum peynirinde duyusal muayene değerlendirme formu 45
Çizelge 3.3. Beş ifadeli hedonik skala yanıt formu 46
Çizelge 4.1. Tulum peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşim özellikleri (n=3) 47
Çizelge 4.2. Tulum peyniri üretiminden artan peyniraltı sularının bileşim özellikleri (n=3) 48
Çizelge 4.3. Ham peynir verimi (%) (n=3) 49
Çizelge 4.4. Tulum peyniri pH değerleri (n=3) 50
Çizelge 4.5. Tulum peyniri titrasyon asitliği değerleri (n=3) 52
Çizelge 4.6. Tulum peyniri kuru madde oranları (n=3) 54
Çizelge 4.7. Tulum peyniri yağ oranları (n=3) 57
Çizelge 4.8. Tulum peyniri kuru maddede yağ oranları (n=3) 59
Çizelge 4.9. Tulum peyniri protein oranları (n=3) 61
Çizelge 4.10. Tulum peyniri kuru maddede protein oranları (n=3) 63
Çizelge 4.11. Tulum peyniri tuz oranları (n=3) 65
Çizelge 4.12. Tulum peyniri kuru maddede tuz oranları (n=3) 67
Çizelge 4.13. Tulum peynirlerinin kül oranları (n=3) 69
Çizelge 4.14. Tulum peyniri penetrometre değerleri (n=3) 71
Çizelge 4.15. Tulum peyniri toplam serbest yağ asitleri değerleri (% oleik asit) (g/100g yağ) (n=3) 73
Çizelge 4.16. Tulum peyniri toplam azot değerleri (n=3) 76
Çizelge 4.17. Tulum peyniri suda çözünen azot oranları (n=3) 78
Çizelge 4.18. Tulum peyniri olgunlaşma dereceleri (n=3) 80
Çizelge 4.19. Tulum peyniri kazein azotu (%) değerleri (n=3) 82
Çizelge 4.20. Tulum peyniri toplam serbest aminoasit değerleri (mg Leu/g) (n=3) 84

Çizelge 4.21. Tulum peyniri elektroforetogramlarının dansitometrik sonuçları (n=2) 92
Çizelge 4.22. Tulum peyniri asetik asit (mg/g) değerleri (n=3) 97
Çizelge 4.23. Tulum peyniri bütirik asit (mg/g) değerleri (n=3) 99
Çizelge 4.24. Tulum peyniri laktik asit (mg/g) değerleri (n=3) 101
Çizelge 4.25. Tulum peyniri propiyonik asit (mg/g) değerleri (n=3) 103
Çizelge 4.26. Tulum peyniri pürivik asit (mg/g) değerleri (n=3) 105
Çizelge 4.27. Tulum peyniri sitrik asit (mg/g) değerleri (n=3) 107
Çizelge 4.28. Tulum peyniri laktik asit bakterileri sayısı (log kob/g) (n=3) 112
Çizelge 4.29. Tulum peyniri sertlik (g) değerleri (n=3) 117
Çizelge 4.30. Tulum peyniri esneklik değerleri (n=3) 118
Çizelge 4.31. Tulum peyniri iç yapışkanlık değerleri (n=3) 120
Çizelge 4.32. Tulum peyniri sakızımsılık (g) değerleri (n=3) 122
Çizelge 4.33. Tulum peyniri çiğnenebilirlik (g) değerleri (n=3) 124
Çizelge 4.34. Tulum peyniri elastiklik değerleri (n=3) 126
Çizelge 4.35. Tulum peyniri kesit ve görünüş puanları (n=3) 132
Çizelge 4.36. Tulum peyniri yapı puanları (n=3) 134
Çizelge 4.37. Tulum peyniri koku puanları (n=3) 136
Çizelge 4.38. Tulum peyniri tat puanları (n=3) 138
Çizelge 4.39. Tulum peyniri genel kabul edilebilirlik puanları (n=3) 140

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Tulum peyniri üretimi akış şeması 32
Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlardaki Leu standartlarından elde edilen absorbans değerleri 39
Şekil 4.1. Tulum peyniri pH değerlerinin depolama süresince değişimi 51
Şekil 4.2. Tulum peyniri titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince değişimi 53
Şekil 4.3. Tulum peyniri kuru madde oranlarının depolama süresince değişimi 55
Şekil 4.4. Tulum peyniri yağ oranlarının depolama süresince değişimi 58
Şekil 4.5. Tulum peyniri kuru maddede yağ değerlerinin depolama süresince değişimi 60
Şekil 4.6. Tulum peyniri protein oranlarının depolama süresince değişimi 62
Şekil 4.7. Tulum peyniri kuru maddede protein oranları 64
Şekil 4.8. Tulum peyniri tuz oranlarının depolama süresince değişimi 66
Şekil 4.9. Tulum peyniri kuru maddede tuz oranları 68
Şekil 4.10. Tulum peyniri kül oranlarının depolama süresince değişimi 70
Şekil 4.11. Tulum peyniri penetrometre değerlerinin depolama süresince değişimi 72
Şekil 4.12. Tulum peyniri toplam serbest yağ asitleri değerlerinin depolama süresince değişimi (% oleik asit) (g/100g yağ) 74
Şekil 4.13. Tulum peyniri toplam azot değerlerinin depolama süresince değişimi 77
Şekil 4.14. Tulum peyniri suda çözünen azot değerlerinin depolama süresince değişimi 79
Şekil 4.15. Tulum peyniri olgunlaşma derecelerinin depolama süresince değişimi 81

Şekil 4.16. Tulum peyniri kazein azotu (%) değerlerinin depolama süresince değişimi 83
Şekil 4.17. Tulum peyniri toplam serbest aminoasit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg Leu/g) 85
Şekil 4.18. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramları (1. üretim) 87
Şekil 4.19. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramları (2. üretim) 88
Şekil 4.20. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramlarının optik dansite değerlerinin ortalamasıyla oluşturulan dendrogramı 90
Şekil 4.21. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramlarının optik dansite değerleri ortalamalarının temel bileşen analiziyle (Principle Companent Analyses, PCA) belirlenen analitik düzlemdeki konumları 91
Şekil 4.22. Depolama süresince Tulum peynirlerinde saptanan α_{s1}-kazein oranları 93
Şekil 4.23. Depolama süresince Tulum peynirlerinde saptanan β-kazein oranları 94
Şekil 4.24. Tulum peyniri asetik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g) 98
Şekil 4.25. Tulum peyniri bütirik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g) 100
Şekil 4.26. Tulum peyniri laktik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g) 102
Şekil 4.27. Tulum peyniri propiyonik asit değerlerinin depoama süresince değişimi (mg/g) 104
Şekil 4.28. Tulum peyniri pürivik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g) 106

Şekil 4.29. Tulum peyniri sitrik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g) 107
Şekil 4.30. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 90. ve 180. gününde belirlenen organik asit kompozisyonu değerleriyle oluşturulan dendrogramı..... 109
Şekil 4.31. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 90. ve 180. gününde belirlenen organik asit kompozisyonu değerleriyle oluşturulan temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği 110
Şekil 4.32. Tulum peyniri laktik asit bakteri sayılarının depolama süresince değişimi (log kob/g) 113
Şekil 4.33. Çift ısırmalı tekstür profil analizi (TPA) kuvvet-zaman (deformasyon) eğrisi (Gunasekaran ve Ak, 2003) (A_1, A_{1W} ve A_2, A_{2W}, sırasıyla birinci ısırık ve ikinci ısırık eğrisinin sıkıştırma ve çekme kısımları altındaki alanlardır; A_3 ve d_3 sırasıyla ilk geri çekme sırasındaki negatif kuvvet alanı ve karşılık gelen hareket mesafesidir; P_1, P_2 ve d_1, d_2 sırasıyla birinci ve ikinci sıkıştırma pikleri ve karşılık gelen hareket mesafesidir; F_1, ilk sıkıştırma eğrisindeki ilk önemli kırılmadır.)..... 115
Şekil 4.34. Tulum peyniri sertlik (g) değerlerinin depolama süresince değişimi 117
Şekil 4.35. Tulum peyniri esneklik değerlerinin depolama süresince değişimi . 119
Şekil 4.36. Tulum peyniri iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince değişimi 121
Şekil 4.37. Tulum peyniri sakızımsılık (g) değerlerinin depoama süresince değişimi 123
Şekil 4.38. Tulum peyniri çiğnenebilirlik (g) değerlerinin depolama süresince değişimi 125

Şekil 4.39. Tulum peyniri elastiklik değerlerinin depolama süresince değişimi 127
Şekil 4.40. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. gününde belirlenen tekstür profili analizi (TPA) değerleriyle oluşturulan dendrogramı..... 128
Şekil 4.41. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. gününde belirlenen tekstür profili analizi (TPA) değerleriyle oluşturulan temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği 130
Şekil 4.42. Tulum peyniri kesit ve görünüş puanlarının depolama süresince değişimi 133
Şekil 4.43. Tulum peyniri yapı puanlarının depolama süresince değişimi 135
Şekil 4.44. Tulum peyniri koku puanlarının depolama süresince değişimi 137
Şekil 4.45. Tulum peyniri tat puanlarının depolama süresince değişimi 139
Şekil 4.46. Tulum peyniri genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresince değişimi 141

SİMGELER VE KISALTMALAR

EPS	: Ekzopolisakkarit
FDA	: Food and Drug Administration, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
KM	: Kuru madde
kob (CFU)	: Koloni oluşturma birimi (colony forming unit)
l.a.	: Laktik Asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
LABS	: Laktik asit bakterileri sayısı
O. D.	: Olgunlaşma derecesi
PCA	: Princible Companent Analyses (Temel bileşen analizi)
PTA-N	: Fosfotungustik asitte çözünen azot
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
SÇA	: Suda çözünen azot
TCA-N	: Trikloroasetik asitte çözünen azot
TPA	: Tekstür Profili Analizi
TSAA	: Toplam serbest aminoasit
TSYA	: Toplam serbest yağ asitleri
Urea-PAGE	: Urea-Poliakrilamid Jel Elektroforez

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre peynir: "Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının (sütün ultrafiltrasyon sürecinde membrandan geçen kısmı) ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünlerini ifade eder" şeklinde tanımlanmıştır (TGK, 2015).

Bazı hayvanların evcilleştirilmesinden sonra yaklaşık 6-7 bin yıl önce Orta ve Güneybatı Asya'da hayvan işkembesi veya derilerinde saklanan sütün ekşimesi sonucu peynirin yapıldığı tahmin edilmektedir (Çetinkaya, 2005). Yaygın görüşe göre, peynir üretiminin başlangıcı göçebe olarak yaşayan Orta Asya Türk boylarına ve/veya Orta Doğu halklarına dayanmaktadır. Çok uzun yıllar önce Orta Asya'da göçebe Türk boylarının peynir ve benzeri süt ürünlerini ürettikleri bilinmektedir (Özer ve Hayaloğlu, 2011a). Romalılarla savaşan Atilla'nın askerlerinin başlıca yiyeceğinin peynir olması, peynir yapımının Türkler arasında o zamanlar yaygın olduğunun işaretidir. Yine Dede Korkut'un hikayelerinde peynirden bahsetmesi, ayrıca 12. yüzyılda yaşamış olan Şirazlı Sadi'nin "Bostan" adlı yapıtında peyniri "kutsal bir gıda" olarak nitelendirmesi bunun diğer göstergelerindendir. Halk ozanlarımızdan Karacaoğlan'ın şiirinde peynir sözcüğü kullanmış olması, yine bu yiyeceğin çok eskiden beri Anadolu'da bilindiğini göstermektedir (Kamber, 2006). Nitekim 1502 yılında Sultan II. Bayezid tarafından yürürlüğe konulan ve bugünkü manada dünyanın ilk standardı olan "Kanunname-i İhtisab-ı Bursa"da Sofya, Karaman, Eşme, Midilli, Lor ve Teleme peynirlerinin fiyatları belirlenmiştir (TSE, 2011).

Çok az kültür Türkiye'de olduğu kadar gösterişli biçimde peyniri kahvaltılık besin olarak ortaya çıkarır (Swan, 2009). Ülkemiz kahvaltı kültüründe önemli bir yere sahip olan peynir, üretimi modern süt işleme tesislerinde ve mandıra olarak tabir edilen işletmelerde gerçekleştirilen en temel süt ürünleri arasındandır. Çeşitli kaynaklara göre dünyada toplam 2 bin ile 4 bin arasında peynir çeşidi olduğu belirtilirken, Kafkas Üniversitesi tarafından yapılan bir araştırmaya göre Türkiye'de 193 çeşit peynir üretiminin gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Ulusal Süt Konseyi, 2018).

Peynir, ülkemizde olduğu gibi diğer ülkelerde de zevkle tüketilen ve bu nedenle çeşidi, üretimi ve tüketimi gün geçtikçe artan bir süt ürünüdür (Kara ve Akkaya, 2015). Peynir çeşitliliğinin bolluğu bir ülkenin kültürel zenginliğinin göstergelerinden biridir. Her ülkede birbirine benzeyen, ancak yapıldığı yöreye göre farklı isimleri olan değişik tipte peynirler vardır (Kırdar ve Gün, 2012). Yerli peynir çeşitleri bakımından önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye (İşleyici ve ark., 2018), gerek yöresel peynirler, gerekse sanayi tipi peynirler açısından zengin çeşitlere sahiptir (Kan ve ark., 2010). Ülkemizde üretilen peynirler çok çeşitli olmakla birlikte, Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri en çok tüketilenlerdir (Hayaloğlu, 2008; Cakmakci ve ark., 2011).

Dayanıklılık süresinin son derece kısıtlı olması nedeniyle süt, daha uzun süre muhafaza edilebilen değişik süt ürünlerine işlenmekte ve bu ürünler arasında her zaman beğeniyle tüketilen peynirler önemli yer almaktadır (Kara, 2012). Peynirin dayanıklılığını artırmak için Türklerin Orta Asya'dan günümüze kadar uyguladıkları yöntemlerden biri de peyniri tuluma basmaktır (Durlu Özkaya ve Gün, 2008).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre 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 basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler

gösteren peyniri ifade eder (TGK, 2015). Tulum peynirleri, önceleri diğer peynirlerin üretilemediği bölgelerde yağsız sütlerin ve keçi sütlerinin değerlendirilmesi amacıyla ve yöresel gereksinimi karşılayacak düzeyde yapılmakta iken daha sonra özellikle büyük şehirlerde artan pazar gereksinimine karşılık verebilmek için her türlü yağlı veya yağsız inek, koyun ve keçi sütlerinden artan miktarlarda üretilmeye başlanmıştır (Güven ve ark., 1995a).

Tulum peyniri, Türkiye'de kuru ve salamuralı olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Kuru Tulum peyniri en çok İç, Doğu, Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde, salamuralı olanı ise Ege Bölgesi'nde kıyıya yakın yerleşim merkezlerinde üretilmektedir (Ateş ve Patır, 2001; Kamber, 2005; Kara ve Akkaya, 2015).

Günümüzde geleneksel peynir çeşitleri içerisinde en fazla tanınan peynir çeşidi, daha çok küçük aile tipi işletmelerde üretilen Tulum peynirleridir (Morul ve İşleyici, 2012). Peynir yapımında imalat biçiminin, olgunlaşma yerlerinin, kullanılan süt çeşidi ve bileşiminin bölgesel olarak farklı olması, çok değişik lezzetlere sahip Tulum peynirlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kamber, 2005). Tulum peyniri Trakya Bölgesi hariç, Türkiye'nin her bölgesinde üretilmekle beraber gerek üretim ve gerekse üretim sonrası olgunlaştırma şekil ve süreleri farklılık göstermektedir. Tulum peyniri yaygın olarak üretildiği yörelere göre farklı isimlerle anılmaktadır. Yaygın olarak bilinenleri Erzincan (Şavak), Divle, Çimi ve İzmir (salamuralı) Tulum peynirleridir (Keleş, 1995; Üçüncü, 2008; Büyükyörük ve Soyutemiz, 2010).

Tulum peyniri, ismini ambalajlanmasında ve olgunlaştırılmasında kullanılan tulumlardan almaktadır. Tulum olarak genellikle daha dayanıklı olduğu için keçi derisi tercih edilmekle birlikte koyun derisi de kullanılmaktadır. Geçmişte alternatif materyallerin yokluğu nedeniyle deri tulumların peynirlerin olgunlaştırılması ve muhafazası amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir (Dağdemir, 2000; Sert ve Akın, 2008). Ege Bölgesi'nde üretilen İzmir (salamuralı) Tulum peynirlerinin ambalajlanmasında laklı tenekelerden yararlanılmaktadır (Sert ve

Akın, 2008). Bunun yanı sıra Bez Tulumu (Swan, 2009) ve Ereğli Bez Tulumu (Çetinkaya, 2005; Kamber, 2005) gibi tulum peynirleri bez tulumlarda olgunlaştırılmaktadır. Bazı yörelerde Tulum peynirleri pişmiş topraktan yapılan testi ve çanaklarda da olgunlaştırılmaktadır (Tarakçı ve ark., 2005). Daha ucuz ve kolay elde edilebilmeleri nedeniyle plastik materyaller de yaygın olarak kullanılmaktadır (Güven ve ark., 2002).

Kendilerine özgü tatları ve aromaları bulunan Tulum peynirleri, çeşitli büyüklüklerde olup şekilleri kullanılan tuluma göre değişmektedir. Deri Tulumlarda Peynirin deriye yakın dış kısmı, kuru ve sarı krem renkte, orta kısmı ise yumuşak, gözeneksiz ve daha açık renktedir. Genel olarak Tulum peyniri; yarı sert karakterli, granül yapılı, yapıldığı süt çeşidine göre değişmekle birlikte kirli beyaz ile koyu sarı arasında değişen renklerde, hafif keskin kokusu ve tadı olan lezzetli bir peynirdir. Lezzet farklılıkları yöre ve yapım tekniklerine göre değişir (Kamber, 2005).

Tulum peynirleri olgunlaştırılarak tüketilen bir peynir çeşididir (Güven ve ark., 1995a). Genellikle çiğ sütten yapılıp 3-5 ay olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulur. Olgunlaştırma işlemi obruk, mağara, mahzen gibi yerlerde yapılmaktadır (Kamber, 2005). Olgunlaşma süresince peynirlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri değişmekte, kendilerine özgü tat ve aromaları gibi karakteristik özellikleri oluşmaktadır (Güven ve Konar, 1994a). Yapımında standart bir teknik uygulanmadığı için genellikle tüketime sunulan Tulum peynirlerinin fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri oldukça farklı olmaktadır (Ateş ve Patır, 2001; Özpınar ve Gümüşsoy, 2013; Tekinşen ve Akar, 2017).

Olgunlaşma; peynirin yapılışından kendine has özellikleri oluşuncaya kadar geçen süreç içinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olayların tümüdür. Peynir kendisine ait tipik karakteri bu sayede kazanır. Olgunlaşma yeri ve şekli peynirlere göre değişir (Kamber, 2005). Olgunlaşmanın süresi peynir çeşidi ve olgunlaşma koşullarına göre değişkenlik gösterir (Özer ve

Hayaloğlu, 2011b). Peynirlerde olgunlaşma sürecinde; glikoliz, proteoliz ve lipoliz gibi enzimatik tepkimeler gerçekleşir ve söz konusu bu tepkimeler sonucunda: laktik asit, asetik asit, asetaldehit, diasetil, etil alkol, karbondioksit, gibi ürünlerin yanı sıra peptidler, serbest aminoasitler, aminler, serbest yağ asitleri ve benzeri maddeler oluşur (Üçüncü, 2008). Olgunlaşma süresince peynirlerin, tat, koku, kıvam, renk gibi kendine özgü özellikleri oluşmaktadır. Peynirlerin nem oranları, tuz oranları ve asitliklerinin yanı sıra doğal süt enzimleri, peynir mayası ya da olgunlaşma sırasında sentezlenen mikrobiyel enzimler de olgunlaşmada önemli rol oynarlar (Güven, 1997).

Peynire işlenecek sütün pastörizasyonu, patojen mikroorganizmaların yanı sıra sağım sonrası süte çeşitli kaynaklardan bulaşan ve peynir üretimi esnasında asitlik artışını sağlamakla birlikte olgunlaşma sırasında lezzet gelişimine katkıda bulunan laktik asit bakterilerinin de önemli bir kısmının inhibe edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle; birçok peynir çeşidinin üretimi esnasında mayalama öncesinde süte farklı laktik asit bakterilerinin seçilmiş suşları ilave edilmektedir (Gürsoy ve Kesentaş, 2011).

Günümüzde değişen yaşam koşulları tüketicilerin beslenme ve gıda üretimi konularına yönelmesine neden olmuştur. Bundan hareketle araştırmacılar hem besin açısından zengin hem de insan sağlığına olumlu etkileri bulunan gıdaların üretimine karşı ilgi göstermektedir. Bu çerçevede adı geçen bu gıdalar fonksiyonel gıdalardır (Seçkin ve Baladura, 2011). Fonksiyonel gıda terimi ilk kez 1980'lerde Japonya'da ortaya çıkmıştır ve 'spesifik bileşenleri sayesinde fizyolojik olaylarda avantaj sağlayan gıda ürünü' şeklinde tanımlanmaktadır (Songun, 2016). Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan, hastalık riskinin azaltılması gibi olumlu etkileri gerçekleştiren, böylelikle hastalıklardan korunma ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar ya da gıda bileşenleridir (Blades, 2000; Roberfroid, 2000; Bekers ve ark., 2001; Özcan ve ark., 2013).

Fonksiyonel süt ürünleri sağlık üzerine etkileri açısından, gastrointestinal bölge üzerine etkisi olan süt ürünleri, kardiyovasküler sağlığına etkili süt ürünleri, Osteoporoz ve diğer durumlara etkili süt ürünleri olmak üzere üçe ayrılır. Bu ürünlerden ilk gruba giren ürünler; probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik süt ürünleri ile az oranda laktoz içeren veya laktozsuz süt ürünleridir (Seçkin ve Baladura, 2011).

Probiyotik kelimesi, ilk kez 1965 yılında Liley ve Stillwell tarafından "bir mikroorganizmanın bir diğerinin gelişimine katkıda bulunmak için salgıladığı madde-antibiyotiğin karşıtı'' olarak açıklanmıştır. 1974 yılında Parker, probiyotiği "bağırsakların mikrobiyel dengesine katkıda bulunan organizmalar ve maddeler'' olarak tanımlamıştır (Bozkurt ve Aslım, 2004). Daha sonraları ise probiyotiklerin uygun miktarlarda alındığında konakçıya yararlı organizmalar olduğu belirtilmiştir (Sanchez ve ark. 2012).

Probiyotik mikroorganizmaların en önemli grubunu laktik asit bakterileri oluşturur (Kılıç, 2014). Probiyotik süt ürünleri için seçilen bakteri suşları; gıdanın depolama ve taşınması esnasında anaerobik koşullarda, sindirim sürecinde antibiyotik, faj ve toksik metabolitlere karşı ve gastrik asidik koşullarda (pH 1-4) hayatta kalabilen, safra tuzları ve bağırsaklarda bulunan sindirim enzimlerine (örn. Lizozim) karşı dirençli bakteri suşları olmalıdır (Kailasapathy ve Chin, 2000).

Son yıllarda probiyotik bakteri içeren süt ürünlerinde (fermente sütler, dondurma, peynir çeşitleri, dondurulmuş sütlü tatlılar, peyniraltı suyu içeren içecekler vb.) önemli başarılar elde edilmiştir (Akan ve Kınık, 2015). Sütün tamponlama kapasitesinin arttırılması fermente süt ürünlerinde depolama sırasında yüksek pH değerlerinin sürdürülmesini sağlar ve bu şekilde probiyotiklerin canlılıkları yüksek şekilde devam eder. Ayrıca ürün matriksinin kuru maddesi hidrojen iyonlarını absorblar ve bunun sonucunda organik asitlerin çözünürlüğü azalır böylece probiyotikler üzerinde bu bileşenlerin bakterisidal etkisinde düşüşler olmaktadır (Heydari ve ark, 2011; Korbekandi ve ark, 2011).

Peynirin tek başına beslenme değeri yüksek bir süt ürünü olmanın ötesinde daha fonksiyonel bir gıda formuna dönüştürülmesine yönelik bilimsel ve teknolojik girişimlerde de artış kaydedilmektedir (Özer ve Hayaloğlu, 2011a). Probiyotik bakteriler birçok peynir çeşidinin üretiminde başarıyla kullanılmaktadırlar. Peynirlere probiyotik bakterilerin ilavesindeki başarı; kullanılan tür ve suş, üretimde kullanılan laktik asit bakterilerinin aktivitesi, peynir kompozisyonu, üretim ve olgunlaşma koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Gürsoy ve Kınık, 2006).

Peynir, pH değeri, yağ içeriği, oksijen seviyesi ve depolama koşulları dikkate alındığında üretimi ve depolanması sırasında probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılıklarını sürdürmesine diğer ürünlere kıyasla daha fazla katkıda bulunabilmektedir (Stanton ve ark., 2001; Ross ve ark., 2002; Boylston ve ark., 2004). Katı gıdalarda matriksler (örneğin peynirde jel yapısı) probiyotik hücrelerin zararlı faktörlerden etkilenme düzeyini azaltmaktadır (Korbekandi ve ark., 2011). Yüksek yağ içeriği, anaerobik çevre, matriksin tamponlama kapasitesi gibi faktörler üründe ve bağırsak geçişlerinde probiyotiklerin yüksek oranda canlı kalmalarına yardım etmektedir (Lee and Salminen, 2009). Yapılan bir çalışmada Cheddar peynirinin probiyotik mikroorganizmalar olan *Lactobacilli* ve *Enterococci*' nin sindirim sisteminde gıda taşıyıcısı olarak yoğurda göre daha etkili olduğu saptanmıştır (Lee ve ark., 1999).

Ülkemizde en çok üretilen peynir türlerinin probiyotik kültürlerden yararlanılarak üretimi, ülkemiz insanının sağlıklı bir şekilde beslenmesini teşvik edeceği, ülkemiz peynir endüstrisinin ürün yelpazesini genişleteceği ve değeri arttırılmış peynir türlerinin imalatı ve satışı peynir üreticilerinin piyasadaki pazar payını arttıracağı düşünülmektedir (Gürsoy ve Kınık, 2005). Peynirlerin probiyotiklerin taşıyıcısı olarak kullanılması oldukça önemli ve etkin bir yaklaşım olarak görülmektedir. Eğer probiyotik peynirler geleneksel peynir yapım teknolojisinde hiçbir değişikliğe gidilmeden ya da çok az bir değişim ile

üretilebilirlerse, bu durum üreticiler açısından probiyotik peynirlerin ticari olarak üretimini cazip hale getirecektir (Gürsoy ve Kınık, 2006).

Bu araştırmada farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak geleneksel üretim teknolojisinde çok az bir değişimle Tulum peyniri üretilmesi ve bu Tulum peynirlerinin olgunlaşma süresince bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla piyasadan kolay temin edilebilen ve sağlığa faydalı etkileri sonucu kullanımı giderek yaygınlaşan, probiyotik laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus acidophilus* (LA-5®), *Lactobacillus casei* 431® ve *Lactobacillus rhamnosus* LR'un starter kültür (Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ile birlikte kullanılmasıyla Tulum peynirleri üretilmiştir. Üretilen peynirler 180 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 1., 15., 45., 90., ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Tulum Peyniri ile İlgili Çalışmalar

Özpınar ve Gümüşsoy (2013) tarafından yapılan bir çalışmada Erzincan Tulum peynirinden izole edilen *Staphylococcus aureus*'ların biyofilm oluşturabilme yetenekleri ve antibiyotik dirençlilikleri fenotipik ve genotipik yöntemlerle araştırılmıştır. Bu araştırmada Erzincan Tulum peynirinde *S. aureus*'un yüksek bir oranda bulunduğu bildirilmiştir.

Erdogan ve ark. (2003) Türkiyede üretilen mavi küflü Tulum peynirinde mikotoksin üretebilen küfleri izole etmişlerdir. Çalışmada Erzurumda perakendecilerden toplanan 12 mavi küflü Tulum peynirinde toplamda 16 adet küf izole edilmiş ve tanımlanmıştır.

İşleyici ve ark., (2011) Karaman ve Konya illerinde tüketilen geleneksel peynir çeşitlerinden Divle Tulum peynirinde aflatoksin M_1 (AFM_1) varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, halk pazarlarından ve peynir satılan marketlerden alınan 55 peynir örneğinde ELISA tekniği ile AFM_1 analizleri yapmışlardır. Örneklerin 10 tanesinde (% 18.18) 5.15 ng/kg ile 26.44 ng/kg arasında değişen miktarlarda ortalama 10.835±6.70 ng/kg AFM_1 belirlendiği, AFM_1'in örneklerin 23 tanesinde (% 41.82) 5 ng/kg'ın altında bulunduğu, 22 tanesinde ise (% 40.0) tespit edilemediği bildirilmiştir.

Gürses ve ark. (2004) farklı depolama şartlarının *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 küf suşu ile aşılanan Tulum peynirinde aflatoksin oluşumu üzerine etkisini inceledikleri bir araştırmada, küf bulaşması yanında depolama sıcaklığı ve oransal nem değerlerindeki değişmenin Tulum peynirinde aflatoksin oluşumunu önemli ölçüde etkilediğini ve Tulum peynirini 10°C ve altında depolamanın aflatoksin oluşumu açısından risk oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Büyükyörük ve Soyutemiz (2010) starter kültür kullanılmadan geleneksel usullere göre üretilmiş İzmir Tulum peynirinden birtakım fenotipik testler ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) kullanılarak laktokok cinsine ait starter

bakterilerin izolasyonu amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Aydın İli ve çevresinden 90 adet peynir örneği toplamışlardır. Nalidiksik asit içeren M17 agarda mikrobiyolojik ekimler yapmış, bu besi yerinde üreyen mikroorganizma sayısının 1.9×10^7 - 2.1×10^8 kob/g düzeyleri arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Tulum peynirlerinde *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* spp. varlığının belirlenmesi amacıyla Colak ve ark. (2007) yürüttükleri çalışmada çiğ sütten yarı-sert Tulum peyniri üretmişlerdir. Peynir ve diğer süt ürünlerinde tüketiciler için ciddi sağlık problemlerine neden olan *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* spp. patojenlerinin gelişimi İstanbulda satılan peynirlerde değerlendirilmiştir. Toplamda 1 yıl içerisinde marketlerde satışa sunulan 250 Tulum peyniri örneği toplanmış ve patojenler FDA metotlarına göre analiz edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde örneklerin 12 adedinin (% 4.8) *Listeria monocytogenes* bakımından, 6 adedinin ise (% 2.4) *Salmonella* spp. bakımından pozitif olduğunun belirlendiği bildirilmiştir.

Azak ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, Erzincan ilinde üretilen ve satışa sunulan, Erzincan Tulum Peynirlerinin, *Listeria monocytogenes* varlığı yönünden konvansiyonel ve moleküler yöntemlerle incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Erzincan ilinde, önemli bir tüketim potansiyeline sahip Erzincan Tulum Peynirlerinde *L. monocytogenes* varlığının saptanması sebebiyle bölgede etkenle bulaşık tulum peyniri tüketiminin, halk sağlığı açısından risk oluşturabileceği kanısına varıldığı bildirilmiştir.

Uçar ve Tekinşen (2004) farklı dumanlama tekniklerinin Selçuklu Tulum peynirinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal niteliklerine etkisini inceledikleri bir araştırmada, Selçuklu Tulum peyniri üretiminde, % 0.5 oranında sıvı duman içeren solüsyonda peynirin beş dakika bekletilmesiyle, Türkiye'de üretilen peynirlere çeşitlilik kazandırılabileceği ve peynir tüketiminin artmasına katkıda bulunulabileceği bildirilmiştir.

Kurt ve ark. (1991) tarafından yapılan bir araştırmada Erzurum, Erzincan illeri ve çevresinden alınan 26 adet Erzincan Tulum peyniri örneği incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bu peynir çeşidinde saptanan ortalama değerler, kuru

madde % 53.21, su % 46.79, yağ % 28.20, yağsız kuru madde, % 25.01, protein % 18.51, kül % 4.73, tuz % 3.44, saf kül % 1.30, kuru maddede tuz % 6.56, kuru maddede yağ % 52.77 ve asitlik % 1.83 olmuştur.

Karagözlü ve ark., (2009) tarafından yapılan araştırmada keçi sütünden üretilen Çimi Tulum peynirlerinin 90 günlük depolama süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Çimi Tulum peynirinin; % 57.73 kuru madde, % 30.01 yağ, % 3.51 tuz, % 22.27 protein, % 2.92 suda çözünen azot ve % 1.75 laktik asit içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmada depolama süresince; kuru madde, yağ, tuz, protein, suda çözünen azot ve serbest yağ asitleri değerlerinin arttığı belirtilmiştir.

Çakmakçı (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Erzincan (Şavak) Tulum peynirinin bazı özellikleri verilmiştir. Peynirlerin ortalama bileşiminin; kuru madde % 53.2, yağ % 28.2, kuru maddede yağ % 52.8, tuz % 3.4, kül % 4.7, protein % 18.5 ve laktik asit cinsinden titrasyon asitliği % 1.83 olarak ifade edilmiştir.

Dinkçi ve ark., (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Kargı yöresel pazarından satın alınan 6 çeşit Kargı Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Peynirlerde kuru madde, yağ, kuru maddede tuz, protein, SÇA, toplam serbest yağ asitleri ve toplam laktobasil sayısı değerlerinin sırasıyla % 61.91-70.34, % 17.83-22.83, % 3.04-4.37, % 20.81-22.09, % 0.23-0.84, % 2.18-3.47 (g/100g yağ), 7.19-7.56 log kob/g aralığında bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Morul ve İşleyici (2012) tarafından Divle Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini ortaya koymak amacıyla yapılan bir çalışmada 50 adet peynir örneği materyal olarak kullanılmıştır. Örneklerin kimyasal analizleri sonucunda 50 örnekte ortalama pH, su aktivitesi, asitlik, kuru madde, rutubet, yağ, kül, tuz ve protein değerleri sırasıyla 5.42±0.61, 0.956±0.026, % 1.074±0.425 l.a., % 56.27±7.59, % 43.71±7.59, % 23.46±4.48, % 4.96±0.66, % 3.99±0.75 ve % 25.90±3.40 olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda 50 örnekte *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus* grubu mikroorganizma sayısı 6.93±1.17 log kob/g olarak saptanmıştır. Çalışma sonucunda; kimyasal ve mikrobiyolojik

yönden önemli farklılıklar gösteren örneklerin, aynı zamanda birçok patojen ve patojen olmayan mikroorganizmayı da farklı düzeylerde içerdikleri bildirilmiştir.

Kara ve ark. (2014) tarafından yapılan araştırmada Afyon Tulum Peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Afyon piyasasından toplanan peynirlerin uçucu yağ asitlerinin ($C_{4:0}$-$C_{10:0}$) depolamanın 30. gününe kadar artış gösterdiği, sonrasında 90. güne kadar bu değerlerde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Serbest yağ asitleri ($C_{12:0}$-$C_{18:12}$) değerlerinin ise depolamanın ilk 30 günü azaldığı sonrasında depolamanın son gününe kadar arttığı belirtilmiştir.

Kara ve Akkaya (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Afyonkarahisar ilinde üretilen Afyon Tulum Peyniri'nin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri ile peynirde bulunan laktik asit bakterileri araştırılmıştır. Sonuç olarak; toplam aerob mezofilik bakteri, MRS Agarda üreyen Laktik asit bakterileri (LAB), *Lactococcus* spp., *Enterobacteriacea*, Koliform, *E. coli*, Enterokok, Mikrokok/Staphilokok, Maya/Küf, proteolitik bakteri, lipolitik bakteri ve psikrofilik bakteri sayılarının ortalama sırasıyla 6.60, 6.36, 5.72, 2.19, 1.23, 0.65, 2.08, 2.91, 2.75, 2.55, 2.94 ve 3.92 log kob/g olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

İşleyici ve ark. (2017) Divle tulum peynirinde bazı ağır metal ve mineral madde düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada tespit limitlerinin üzerinde element içeren örneklerden elde edilen ortalama kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As), civa (Hg), bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), kalsiyum (Ca), fosfor (P), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), potasyum (K), kalay (Sn) ve nikel (Ni) düzeylerini sırasıyla 0.026±0.019 (n:11), 0.020±0.013 (n:7), 0.068±0.039 (n:16), 0.009±0.007 (n:8), 0.201±0.129 (n:2), 10.892±3.835 (n:14), 21.699±8.697 (n:16), 6333.96±748.829 (n:20), 4802.260±552.841 (n:20), 203.762±68.485 (n:20), 0.513±0.358 (n:3), 1153.230±176.638 (n:20), 0.061±0.010 (n:10) ve 0.167±0.149 (n:7) mg/kg olarak saptamışlardır.

Erdem ve Patır (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, Elazığ ilinde satışa sunulan kuru tulum peynirlerinde kimyasal kalite parametreleri ile bazı azot

fraksiyonlarından yararlanarak elde edilen olgunlaşma düzeyleri ve histamin miktarları incelenmiştir. Yapılan kimyasal analizlerde, ortalama olarak asitlik (l.a. cinsinden) % 1.80±0.38; pH 5.10±0.40; aw 0.930±0.030; kuru madde % 54.94±5.13; yağ % 27.35±6.85; kuru maddede yağ % 49.15±10.53; tuz % 3.29±0.60, kuru maddede tuz % 7.19±2.83; kül % 3.37±0.91 bulunmuştur. İncelenen azot fraksiyonları ise ortalama olarak toplam azot % 3.25±0.299; protein % 20.76±1.934; suda çözünen azot % 0.795±0.162; TCA-N % 0.4982±0.092; PTA-N % 0.1743±0.065 değerlerinde saptanmış ve olgunlaşma indeksi % 24.58±5.48 olarak hesaplanmıştır.

Demir ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, üretiminde potasyum sorbat kullandıkları Şavak Tulum peynirlerini vakum paketlerle ambalajlamışlardır. Çalışma sonucunda potasyum sorbatın *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde inhibe edici etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Tekinşen ve ark. (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, alışılagelen yöntemle deneysel olarak üretilen Tulum peynirlerinin ambalajlanmasında yarı sentetik kılıfların kullanılabilme imkanları ve vakum ambalajlamanın peynirin kalite niteliklerine etkisi araştırılmıştır. Tulum peynirlerinde ambalaj materyali olarak sentetik kılıfların kullanılabileceği fakat sentetik kılıfta muhafaza edilen peynirlerin yüksek rölatif rutubete sahip ortamlarda muhafaza edilmesinin gerekli olduğu gözlemlenmiştir. Sentetik kılıflarda ambalajlanan peynir örneklerinden daha sonra vakumla ambalajlananlarda kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal niteliklerin, vakumlanmayan örneklerden daha üstün nitelikte olmaları nedeniyle vakum ambalajlamadan yararlanılabileceği açıklanmıştır.

Koçak ve ark. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, *Aspergillus niger'*den izole edilen ve ticari adı "Palatase A 750 L" olan fungal lipaz enziminin Tulum peynirinin olgunlaşması üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre denenen fungal lipaz enziminin, Tulum peynirinin olgunlaşma periyodunun hızlandırılmasında başarılı sonuç vermediğini bildirmişlerdir.

Cakir ve ark. (2016) Akkaraman koyun sütünden elde edilen Erzincan Tulumunun (Şavak) uçucu bileşenleri, duyusal özellikleri ve proteolizi üzerine olgunlaşma periyodunun ve çörek otu ilavesinin etkisini incelemişlerdir. Genel olarak, çörek otu ilavesinin Tulum peynirinde toplam protein, kül, toplam azot içeriği ve suda çözünür azot konsantrasyonunda artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre örneklerin genel kabul edilebilirliği arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamış ve örneklerin iyi puanlar aldıkları görülmüştür. Çalışma sonucunda, çörek otu ilavesinin tulum peynirinin proteolizine, duyusal puanına ve uçucu bileşenlerine olumlu bir şekilde katkıda bulunduğu bildirilmiştir.

Çakır ve Çakmakçı (2018) çörekotu ilave edilerek üretilen Erzincan Tulum peynirlerinin bazı mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve olgunlaşma özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, çörekotu ilave edilerek üretilen Tulum peynirlerinde % kuru madde, % kül ve % SÇA miktarının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Tekin ve Güler (2013) tarafından yapılan araştırmada koyun sütünün ve bu sütlerden elde edilen taze peynirlerin ve Tulum peynirlerinin asetik, formik ve bütanoik asit içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre deri tulumlarda 90 gün olgunlaştırılan Tulum peynirlerinde; 162.53-10.53 mg/100g asetik asit, 109.37-86.71 mg/100g formik asit ve 90.60-5.63 mg/100g bütanoik asit içeriklerinin saptandığı bildirilmiştir. Peynirlerde süte kıyasla daha fazla asetik asit bulunduğu, peynir üretimi sırasında peyniraltı suyunun ayrılmasıyla formik asit ve bütanoik asit kaybı yaşandığı ve olgunlaşma sırasında bu asitlerin miktarının yeniden arttığı tespit edilmiştir.

Erceyes ve ark. (2018) Tulum peynirinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal nitelikleri ile toplam karbonil madde içeriğini inceledikleri bir çalışmada, toplam karbonil madde içeriği ile olgunlaşma indeksi arasında önemli bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir.

Sert ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada çiğ ve pastörize keçi sütünden elde edilen Tulum peynirlerinde lipolizi araştırmışlardır. Çiğ ve pastörize keçi sütünden

üretilen Tulum peynirlerinin olgunlaşma esnasında fizikokimyasal özellikleri, yağ asit profili ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. İlk üretim metodunda çiğ sütün kullanıldığı geleneksel yöntem kullanılırken ikinci teknikte 60 °C'de 10 dakika ısıl işlem uygulanan süt kullanılmıştır. Tulum peynirlerinde belirlenen yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu palmitik (% 28.11-29.86), oleik (% 20.35-24.82) ve stearik asit (% 10.12-11.93) oluşturmuştur. Depolama boyunca Tulum peynirlerinde tridadesil, araşidik ve behenik asitler düşük miktarlarda belirlenmiştir. Kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin çiğ sütten üretilen peynirlerde daha yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir. Tat ve aroma bakımından depolama sonunda çiğ sütten elde edilen Tulum peynirleri daha fazla beğenilmiştir.

Güven ve ark. (1995b) tarafından yapılan bir araştırmada, inek, koyun ve keçi sütlerinden dörder tekrarlı olarak üretilen ve 210 gün süre ile olgunlaştırılan Tulum peynirlerinde toplam mikroorganizma içerikleri farklılığı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Araştırmada en yüksek sayıda koliform, lipolitik, proteolitik ve laktik streptekok bakterilere koyun sütünde rastlanırken, keçi sütü en az sayıda koliform bakteri, maya ve küf, inek sütü ise en fazla sayıda maya ve küf içermişlerdir.

Bayar ve Özrenk (2011) çalışmalarında starter kültür, pastörizasyon ve farklı ambalaj materyallerinin Tulum peynirlerinin kalite kriterleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Pastörize sütten üretilen peynir örneklerinde kuru madde, yağ, protein ve titrasyon asitliği değerlerinin çiğ sütten üretilen peynirlere oranla daha yüksek olduğu, duyusal olarak ise peynirler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı bildirilmiştir. Tulum peyniri üretiminde pastörize sütün kullanımı tavsiye edilmiştir. Araştırmada; deri, bez, plastik bidon, tahta ve vakumlanmış paket olmak üzere 5 farklı ambalaj materyali kullanılmıştır. Sonuç olarak bez ve tahta ambalajların geleneksel hayvan derilerine alternatif oluşturacağını bildirmişlerdir.

Çetin ve ark., (2006) tarafından yapılan bir araştırmada taze olarak üretilen Tulum Peyniri 10±1°C'de % 85±1 ve 95±1 nispi nemde 90 gün süreyle cam

kavanozlarda depolanarak belli aralıklarla mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Olgunlaştırma süresince % 85±1 nispi nemde depolanan örneklerde toplam lipolitik, proteolitik ve laktik asit bakteri sayıları 1. gün sırasıyla $3.0x10^5$, $4.2x10^6$ ve $4.5x10^7$ kob/g bulunmuş; 90. günde $2.0x10^2$, $1.0x10^6$ ve $1.3x10^6$ kob/g olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde % 95 nispi nemde 90. günün sonunda bu değerler $9.0x10^3$, $1.2x10^6$ ve $1.7x10^6$ kob/g seviyesinde saptanmıştır. Yapılan araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda, depo nispi rutubetindeki değişimin Tulum peynirinde mikrobiyal gelişimi azda olsa etkilediğini ve Tulum peynirini % 85 nispi nemde depolamanın daha iyi olacağını belirtmişlerdir.

Güven ve Konar (1994b) tarafından yapılan bir araştırmada inek sütünden üretilen, keçi derisinden tulumlarda ve polietilen poşetlerde 210 gün süreyle olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Deri tulumlarda olgunlaştırılan peynirlerin kuru madde, yağ ve protein oranları plastik ambalajlardaki peynirlere oranla daha yüksek, asitlik ve olgunlaşma dereceleri ise daha düşük bulunmuştur. Plastik ambalajda bulunan peynirler en iyi renk ve görünüş özelliklerine sahipken, deri tulumlardaki peynirlerin en iyi yapı-kıvam, tat ve koku özelliklerine sahip olduğu bildirilmiştir. Tulum peynirlerinin özelliklerinin depolamanın 90. gününden sonra olgunlaşmadan olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiş ve bu peynirlerin en fazla üç ay depolanması tavsiye edilmiştir.

Yılmaz ve ark., (2005) tarafından Tulum peynirinin olgunlaşması sırasında mikrobiyal lipaz enzimi ilavesinin etkisi incelenmiştir. Peynir sütüne rennet ilavesinden önce 0, 0.04, 0.06, 0.11 g/L olacak şekilde ticari mikrobiyal lipaz (Piccantase A) enzimi ilave edilmiştir. Olgunlaşma sırasında serbest yağ asitleri (C_2-$C_{18:1}$) analiz edilmiştir. Olgunlaşma sırasında peynirlerin yağ, tuz, titrasyon asitliği, asitlik indeksi, toplam katı madde, toplam azot ve serbest yağ asit içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Peynirlerin toplam serbest yağ asitleri ve uçucu serbest yağ asitleri içeriğinin eklenen mikrobiyal enzim miktarından etkilendiği ve olgunlaşma boyunca önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir.

Ateş ve Patır (2001), starter kültürlü Tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine yaptıkları bir araştırmada, standart kalitede, sağlıklı Tulum peyniri üretebilmek için, çiğ sütlere ısıl işlem uygulanması gerektiğini ve üründe starter kültür kullanılmasının büyük yarar sağlayacağını ayrıca, denenen kültürler arasında *L. lactis subsp. lactis + L.lactis subsp. cremoris + Leu. mesenteroides* subsp*. cremoris* suşlarını içeren kombinasyonun ürünün duyusal nitelikleri üzerine daha fazla olumlu etkisinin olduğunu bildirmektedirler.

Öztürk ve Akın (2018) keçi ve inek sütünden üretilen Tulum peynirlerinden olgunlaşma esnasında elde edilen suda çözünür peptidlerin bazı fonksiyonlarının karşılaştırılması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde proteolizle birlikte peptid sayısının arttığını bildirmişlerdir.

Demirtaş ve Coşkun (2018) farklı pıhtılaştırma yöntemleri ile keçi sütünden üretilen Tulum peynirlerinde olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişmeleri inceledikleri bir çalışmada, starter kültürle pıhtılaştırılarak üretilen Tulum peynirlerinde kuru madde yağ ve protein değerleri daha düşük olmasına rağmen duyusal analizler sonucunda panelistler tarafından daha çok beğenildiğini bildirmişlerdir.

Ateş ve Patır (2003), Tulum peynirinin olgunlaşması sırasında laktik asit bakteri florasının değişimi üzerine yaptıkları bir araştırmada, Tulum peynirinin olgunlaşmasında birçok mikroorganizma türünün etkili olduğunu, ancak laktik Streptokoklardan *Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris*'in *Lactobacillus-Leuconostoc- Pediococcus* grubundan *Lactobacillus casei* ve alt türleri ile *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc cremoris, Leuconostoc dextranium* ve *Leuconostoc lactis* türlerinin olgunlaşmasında daha önemli bir role sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Öksüztepe ve ark. (2005) tarafından Şavak Tulum peynirinin olgunlaşmasında önemli rol oynayan türleri belirlemek ve olgunlaşma esnasında laktik asit bakteri florasında meydana gelen değişimleri araştırmak amacıyla

yapılan bir çalışmada, genel olarak olgunlaşmanın ilk ayında laktik streptekokların daha sonra laktobasillerin baskın bulunduğunu, izolatlar içerisinde *Lactobacillaceae* familyasından *Lactobacillus casei* subsp. *casei* ve *Lactobacillus plantarum,* Streptococcaceae familyasından *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Lactococcus lactis* subsp. *lactis,* ve *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*'in baskın olduğunu ve Tulum peynirinin olgunlaşmasında önemli bir rol oynayabileceği sonucuna varıldığını bildirmişlerdir.

Aslaner (2008), iki farklı teknikle Tulum peyniri üretmiş ve çiğ koyun sütüyle geleneksel yöntemle ve inek sütü ile koyun sütünden (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Leuconostoc mesenteorides* subsp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*) mezofilik aromatik starter kültür kullanarak peynir üretmiş ve farklı ambalajlarda depolamıştır. Olgunlaşmanın 90. gününde duyusal analiz bakımından en yüksek puan koyun sütünden üretilerek suni kılıfta olgunlaştırılan peynir örneğinde belirlenmiştir.

Duman Aydın ve Gülmez (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı ısı ve starter kültür kombinasyonları denenerek, Tulum peynirinin hızlı olgunlaştırma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla olgunlaştırma sıcaklığı olarak 20, 25 ve 30°C, starter kültür olarak A (% 30 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, % 40 *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, % 30 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*) ve B (% 95 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve % 5 *Lactobacillus casei*) starter kombinasyonları kullanılmış ve A grubu starter kültürle 45 dakika ön olgunlaştırma, 25°C'de 3 saat sulu pıhtı inkübasyonu, çiğ süt ağırlığı kadar ağırlık altında 20°C'de 12 saat baskı, sentetik salam kılıfında 25°C'de 48 saat hızlı olgunlaştırma ve 4-7°C'de 13 gün olgunlaştırma yapılarak üretilen Tulum peynirlerinin daha ideal organoleptik özelliklere sahip olduğu ve teknolojik Tulum peyniri üretiminde kullanılabileceği sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Kazancıgil (2018) tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli tulum peynirlerinden izole edilen *Lactococcus* türünden toplam 10 adet suşun probiyotik

ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla safra tuzuna dayanıklılık, mide özsuyuna ve pankreas özsuyuna dayanıklılık, asit toleransı, otoagregasyon, antibakteriyal aktivite, diasetil üretimi, H_2O_2 üretimi, EPS üretimi olmak üzere sekiz, teknolojik özelliğin belirlenmesi amacıyla farklı sıcaklıklarda gelişme, alkole dayanıklılık, NaCl'ye dayanıklılık ve H_2O_2'ye dayanıklılık olmak üzere dört ve toplamda oniki adet analiz gerçekleştirilmiştir. Probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmalar sonucunda *Lactococcus garvieae* CAU1397 ve *Lactococcus lactis* FM19LAB suşları en iyi probiyotik starter kültür özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Tulumoğlu ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada Tulum peynirinden izole edilen *Lactobacillus fermentum* suşlarının probiyotik özelliklerini araştırmışlardır. İzole edilen ve tanımlanan *Lactobacillus* suşlarından 7 adet *Lactobacillus fermentum* suşu seçilmiştir. Mide koşulları göz önüne alındığında *Lactobacillus fermentum* LP3 ve LP4 suşlarının 2.5 pH ve % 1 safra tuzu değerlerini tolere etme yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. İzole edilen tüm *Lactobacillus fermentum* suşlarının benzer enzimatik aktivite ve antibiyotik direnç modeline sahip oldukları fakat en yüksek antagonistik etkinin LP3, LP4 ve LP6 suşlarında belirlendiği bildirilmiştir. *Lactobacillus fermentum* suşları arasında kolesterol asimilasyon miktarı MRS ve safra içeren MRS besiyerlerinde sırasıyla % 12.1-45.3 ile % 20.7-71.1 arasında değişmiştir. MRS ve safra içeren MRS besiyerlerinde en yüksek kolesterol asimilasyonu sırasıyla LP3 ve LP4 suşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, *Lactobacillus fermentum* LP3 ve LP4 suşlarının Tulum peyniri ve diğer süt ürünlerinde starter kültür olarak kullanılabilmek için probiyotik özellik göstermek amacıyla gerekli olan kriterleri yeterli seviyede sağladığı bildirilmiştir.

Oluk ve Güven (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, ekzopolisakkarit üreten (EPS +) ile ekzopolisakkarit üretmeyen (EPS -) yarım yağlı ve EPS (-) tam yağlı Tulum peynirleri 90 gün süreyle olgunlaştırılmış ve depolama süresince serbest yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. EPS (+) kültür kullanımı peynirlerin

serbest yağ asidi kompozisyonunu etkilememiştir. Depolama süresine bağlı olarak peynirlerin serbest yağ asidi miktarının arttığı bildirilmiştir.

2.2. Probiyotik Peynirler ile İlgili Çalışmalar

Cardarelli ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada baldan elde edilen oligosakkaritleri, oligofruktoz ve inülini farklı oranlarda kombine ederek bu kombinasyonları sinbiyotik Petit-Suisse peynirlerinde kullanarak tüketicinin duyusal kabulü, probiyotik canlılığı ve fruktan içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Tüketici kabulü depolama boyunca sadece oligofruktoz ve/veya inülin destekli peynirlerde önemli ölçüde artmıştır. Bal içeren peynirler inülin ve/veya oligofruktoz içeren peynirler kadar iyi performans gösterememiş, oligofruktoz ve inülin kombinasyonunu içeren peynirin duyusal, fonksiyonel ve teknolojik özellikler bakımından en iyi sinbiyotik Petit-Suisse peynir olduğu saptanmıştır.

Kesentaş ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada destek kültür olarak *Enterococcus faecium, Bifidobacterium longum ve Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* ilavesiyle üretilen inülin ve oligofruktoz ilaveli sinbiyotik beyaz keçi peynirinde depolama başlangıcı ve sonunda probiyotik bakterilerin canlılığı araştırılmıştır. Araştırma sonuçları prebiyotik içeren peynirlerde probiyotik canlılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bunun yanında hem kontrol gruplarında hem de sinbiyotik peynir gruplarında 90 günlük depolama sonunda *E. faecium, B. longum* ve *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* canlı hücre sayılarında önemli bir düşüş olmadığı peynir örneklerinin yeterli terapötik etkiyi sağlayabilecek düzeyde (6-7 log kob/g) bakteri içerdiği bildirilmiştir.

Oliveira ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada *Lactobacillus acidophilus* (LA-5), *Lactobacillus casei* subsp. *paracasei* (*L. casei* 01) ve *Bifidobacterium lactis* (BB12) probiyotik suşlarının in vitro koşullarda sindirime maruz bırakılan Brezilya yarı-sert keçi peynirinde (Coalho) canlı kalabilme yeteneklerini araştırmışlardır. İn vitro sindirim sonuçları ağızda sindirim (7-8 log kob/g) ile

kıyaslandığında test edilen tüm probiyotiklerin canlı hücre sayılarının azaldığı (5.5-6.0 log kob/g) tespit edilmiştir.

Blaiotta ve ark. (2017) tarafından probiyotik "italico" peyniri üretim prosesini ticari olarak standardize etme amaçlı yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus rhamnosus* LbGG ve *Lactobacillus rhamnosus* SP1'in dikkat çekici bir düzeyde mide asidi ve duodenal strese toleranslı olduğu ve 4℃'de 40 günlük olgunlaşma süresince canlılık düzeyinin 10^8 kob/g'dan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Liu ve ark. (2018) çedar peynirinde olgunlaşma süresince ve gastrointestinal sindirim sistemi simülasyonunda *Lactobacillus rhamnosus*'un antioksidan aktivitesini inceledikleri bir çalışmada, olgunlaşma süresince *Lactobacillus rhamnosus* eklenerek üretilen peynirlerin probiyotik eklenmeden üretilen peynirlere kıyasla proteolitik ve antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Madureira ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada seçilmiş tuz katkıları ile probiyotik bakterilerin birlikte kullanımının peyniraltı suyundan üretilen peynirler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada *Lactobacillus casei* ile peyniraltı suyu protein matrisleri kombine edilmiştir. Probiyotik bakterilerin tuzlar ile birlikte kullanımının proteoliz ve glikoliz bakımından bakteriyel metabolizmayı etkilediği ayrıca peynirin yapısal özellikleri üzerine önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ningtyas ve ark. (2019) probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* (enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş) kullanarak ürettikleri yağı azaltılmış krem peynirinde +4 ℃'de 35 gün depolama süresince *Lactobacillus rhamnosus*'un canlı kalma potansiyelini ve peynirin tekstürel özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, depolama sonunda *Lactobacillus rhamnosus*'un her iki formda da canlı kaldığını bildirmişlerdir.

Salamura Beyaz peynirde mikroenkapsülasyon yöntemi kullanılarak *Bifidobacterium bifidum* BB12 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 bakterilerinin canlılığının geliştirilmesi araştırılmıştır. Bakteriler ekstrüzyon veya emülsiyon

teknikleri kullanılarak salamura Beyaz peynir içerisine enkapsüle edilmiş ve canlılıkları takip edilmiştir. Probiyotik bakterilerin serbest olarak ilave edildiği kontrol peynirinde probiyotik bakteri sayısı yaklaşık üç logaritmik seviyesinde bir azalma gösterirken, mikroenkapsüle bakterileri içeren peynirlerde bu azalmanın yaklaşık bir logaritmik seviyede olduğu bildirilmiştir (Özer ve ark., 2009).

Buriti ve ark. (2005) Brezilya'ya özgü yüksek su aktivitesine sahip Minas taze peyniri üzerine yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus paracasei* kullanarak peynir üretmişler ve peynirin probiyotik potansiyelini araştırmışlardır. Minas taze peynirinin 5 °C'de depolanması sırasında duyusal performansı, doku analizi ve buna bağlı çeşitli özellikleri araştırılmıştır. 4 farklı şekilde peynir üretim denemesi kurulmuştur. Bunlardan iki tanesinde mezofilik tip O laktik kültür (T_1,T_2) kullanılırken diğer iki denemede laktik asit bakterileri (T_3,T_4) kullanılmıştır. *L. paracasei* canlı bakteri sayıları T_2 ve T_3 peynirlerinde başlangıçta 6-7 log kob/g seviyesinin üzerinde bulunmuş ve depolama esnasında giderek artmıştır. T_1 ve T_2 peynirleri sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet özellikleri bakımından T_3 ve T_4 peynirinden önemli ölçüde ayrılmıştır ($p<0.05$). T_3 probiyotik peyniri duyusal bakımdan en çok beğenilen örnek olurken, *L. paracasei* kullanılarak üretilen Minas taze peynirinin fonksiyonel gıda olarak önemli bir potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada *Bifidobacterium* BB-12 suşunun soğukta depolama esnasında Minas Frescal manda peynirinin fizikokimyasal ve reolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Verruck ve ark. 2015). Minas Frescal manda peyniri probiyotik kültür kullanılarak üretilmiş ve 30 günlük depolama boyunca *Bifidobacterium* BB-12 bakterisinin canlılığı, renk, fizikokimyasal özellikler, reolojik özellikler ve mikroyapısal özellikler değerlendirilmiştir. Canlı probiyotik hücre sayısı tüm depolama boyunca tavsiye edilen seviyenin (8 log kob/g) üzerinde bulunmuştur.

Başyiğit-Kılıç ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada probiyotik suş ilaveli Beyaz peynir üretimi üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla *Lactobacillus fermentum*

(AB5-18, AK4-20) ve *Lactobacillus plantarum* (AB16-65, AC18-82) probiyotik suşları kullanılmış ve canlı kalabilme yetenekleri araştırılmıştır. Beyaz peynir üretiminde üç farklı deneme kurulmuştur. İlk denemede probiyotik kültürlerin karışımı, ikinci denemede *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* içeren ticari starter kültür karışımı ve son denemede ise probiyotik ve ticari starter kültürlerin eşit oranda karışımı kullanılmıştır. Peynirler +4 °C'de 120 gün boyunca olgunlaştırılmış ve kültürlerin canlılığı aylık olarak test edilmiştir. Başlangıçta probiyotik kültür karışımı içeren peynirde laktik asit bakteri sayısı $2.7x10^9$ kob/g olarak belirlenirken, depolama sonunda $7.42x10^7$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre probiyotük kültür karışımının Beyaz peynirde başarılı bir şekilde kullanılabileceği ve olgunlaşma sırasında peynir kalitesini etkileyecek herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Probiyotik suşları içeren peynirin starter kültür içeren peynire göre duyusal ve kimyasal kalite bakımından önemli bir farklılığının bulunmadığı belirlenmiştir.

Yilmaztekin ve ark. (2004) tarafından salamura Beyaz peynirde *Bifidobacterium bifidum* BB-02, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 bakterileri probiyotik kültür olarak kullanılmış ve canlılıkları araştırılmıştır. Peynirlerin biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri 90 günlük depolama boyunca takip edilmiştir. Probiyotik kültürler % 2.5 (1.0-1.3 x 10^9 log kob/g) ve % 5 (2.0-2.1 x 10^9 log kob/g) olmak üzere iki farklı oranda aşılanarak kontrol grubu peynir ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yüksek aşılama oranının daha hızlı proteolize neden olduğu anlaşılmıştır. Probiyotik kültürün % 5 oranında aşılandığı peynirlerde suda çözünür azot, protein haricindeki azot, proteoz-pepton azotu ve tirozin değerleri diğer denemelere göre daha yüksek çıkmıştır. Depolama sonunda % 5 probiyotik kültür içeren peynirlerde olgunlaşma katsayısı % 28.3 olurken, bu değer % 2.5 probiyotik kültür içeren peynirde ve kontrol peynirinde sırasıyla % 24.9 ve % 23.6 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda Her iki probiyotik kültürün depolama boyunca koloni sayılarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Depolama

sonunda (90 gün) probiyotik koloni sayısının 10^6 kob/g'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir.

Bergamini ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada probiyotik bakterilerin yarı-sert peynirlerde proteoliz profili üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yarı-sert peynir üretim denemelerinde *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* olmak üzere iki probiyotik suş kullanılmış ve olgunlaşma sırasında proteolize olan etkileri araştırılmıştır. Probiyotik bakteri kullanılarak ve kullanılmayarak peynirler üretilmiştir. Olgunlaşma boyunca probiyotik bakteri popülasyonu 10^7 kob/g seviyesinin üzerinde bulunmuş ve birincil proteolizin etkilenmediği görülmüştür. *Lactobacillus acidophilus* suşunun düşük molekül ağırlıklı azot bileşenleri ve serbest amino asit miktarında önemli seviyede artışa sebeb olduğu bildirilmiştir. *Lactobacillus paracasei* suşunun ikincil proteolize küçük bir etkisi olduğu kanıtlanırken *Lactobacillus acidophilus* suşunun ikincil proteolize açık bir şekilde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda test edilen probiyotik suşların farklı probiyotik sistemleri ve aktivitelerinin sonucu olarak peynirlerin proteolizini belirgin bir şekilde etkilediği belirtilmiştir.

Ong ve ark., (2006)'nın yaptıkları çalışmada *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium* spp. probiyotik suşları kullanılarak Cheddar peyniri üretilmiş ve bu bakterilerin proteolitik aktiviteleri ayrıca organik asit üretme yeteneklerini araştırmışlardır. Çalışmada üç farklı Cheddar peyniri üretilmiştir. İlk üretimde sadece starter Laktokok, ikincisinde Lactokok ile birlikte *Lactobacillus acidophilus* 4962, *Lactobacillus casei* 279, *Bifidobacterium longum* 1941, üçüncü parti üretimde ise Lactokok ile beraber *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10, *Lactobacillus paracasei* LAFTI® L26 ve *Bifidobacterium lactic* LAFTI® B94 birlikte kullanılmıştır. Peynirler 6 ay boyunca 4°C'de depolanmış ve bu esnada bakterilerin canlılık seviyeleri, proteolitik aktiviteleri ve organik asit üretimleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm probiyotik bakteriler üretim sırasında canlılıklarını korumuş ve depolama sonunda canlılıkları 7.5 log kob/g'ın üzerinde bulunmuştur. Peynirler

arasında yağ, protein, tuz ve nem bakımından farklılıklar görülmemiş fakat probiyotik peynirlerde asetik asit oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Proteoliz değerlendirmesinde ise olgunlaşma esnasında suda çözünen azot (birincil proteoliz) seviyesinde önemli bir farklılık görülmezken, serbest amino asit (ikincil proteoliz) konsantrasyonunun probiyotik peynirlerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ong ve Shah (2009) yaptıkları çalışmada olgunlaşma sıcaklığının Cheddar peynirindeki probiyotik bakterilerin canlılığına ve ayrıca peynirin bileşimi ve organik asit profili üzerine etkisini araştırmışlardır. Olgunlaştırılan (4°C ve 8°C'de 24 hafta) Cheddar peynirlerinde probiyotik suş olarak *Bifidobacterium longum* 1941, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* LAFTI® B94, *Lactobacillus casei* 279, *Lb. casei* LAFTI® L26, *Lactobacillus acidophilus* 4962 ve *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 kullanılmıştır. *Bifidobacterium animalis* B94, *Lactobacillus casei* L26 veya *Lactobacillus acidophilus* 4962 kullanılarak üretilen peynirlerde 24 hafta sonunda starter laktokokların sayısı 8°C'de olgunlaştırılan peynirlerde 4°C'de olgunlaştırılan peynirlere göre oldukça düşük çıkmıştır. Probiyotik mikroorganizmaların sayısı ise 24 hafta olgunlaştırma sonunda 7.50 log kob/g seviyesinin üzerinde bulunmuş ve canlılıklarının olgunlaştırma sıcaklığı ile değişmediği belirlenmiştir.

Lactobacillus paracasei A13 suşunun Arjantin peynirinde gelişimi ve suşun ürün özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada peynirler 5°C ve 12°C'de 60 gün boyunca depolanmıştır. *Lactobacillus paracasei* A13, 43°C'de peynir üretimi esnasında 0.5 logaritma değerinde gelişim göstermiş ve 5°C'de depolamanın ilk 15 günü içerisinde de peynirin duyusal özelliklerine olumsuz bir etki göstermeden yarım logaritmalık bir gelişim göstermiştir. Fakat, 12°C'de 60 günlük depolama sırasında peynirin duyusal özellikleri üzerinde olumsuz etkiler gözlenmiştir. Dolayısıyla perakende satışlarda marketlerde genellikle 12°C ve üzerinde gerçekleştirilen depolama sıcaklığının ve *Lactobacillus paracasei* A13

suşunun probiyotik olma olasılığının yeniden değerlendirilmesi gerektiği sonuç olarak vurgulanmıştır (Vinderola ve ark., 2009).

Bezerra ve ark. (2016) probiyotik laktik asit bakterileri ile desteklenmiş keçi sütünden elde edilen Brezilyaya ait geleneksel Coalho peynirinde proteoliz mekanizmasını incelemişlerdir. Peynirler *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* starter kültür karışımıyla ayrıca *Lactobacillus acidophilus* (LA-5), *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* (*L. casei* 01), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (BB12) probiyotik bakterilerinin her biriyle ayrı ayrı ve üç probiyotik bakterinin birlikte kullanıldığı karışık kültürle üretilmiştir. Peynirler 10°C'de 28 gün depolanmıştır. Depolama sonunda *Bifidobacterium lactis* izolatlarının en yüksek proteolitik aktiviteye sahip oldukları özellikle alfa S_2 ve kappa kazein fraksiyonlarının hidrolizinde başarılı oldukları bildirilmiştir.

Bezerra ve ark. (2017b) yaptıkları çalışmada üç farklı probiyotik bakterinin ayrı ayrı ve birlikte keçi peynirinde (Coalho) kullanımının şeker ve organik asit üretimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada beş farklı peynir üretilmiştir. C peynirinde sadece starter kültür (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*), L peynirinde *Lactobacillus acidophilus*; P peynirinde *Lactobacillus paracasei*; B peynirinde *Bifidobacterium lactis* ve M peynirinde bu üç bakterinin (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium lactis*) (1:1:1) karışık kültürü kullanılmıştır. Sonuçlara göre peynirlerin organik asit ve yağ asit profillerini etkileyen faktörler kullanılan farklı probiyotik bakteriler ve depolama süresinin uzunluğu olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (28 gün) probiyotik laktik asit bakterileri daha yüksek glikolitik potansiyel sergilemiş ve bunun sonucunda daha yüksek şeker tüketimi ve daha yüksek organik asit üretimi gerçekleşmiş dolayısıyla daha yoğun bir peynir aroması elde edilmiştir. Yağ asitleri profili incelendiğinde *Bifidobacterium lactis* ve karışık kültürlerinin besinsel değeri arttıran yağ asitleri (konjuge linoleik asit, doymamış yağ asitleri) profili üzerine pozitif etki gösterdikleri belirlenmiştir.

Bezerra ve ark. (2017a) probiyotik bakteri ilaveli keçi Coalho peynirinin uçucu bileşen profilini incelemişlerdir. Çalışmada geleneksel Coalho peyniri ile probiyotik ilaveli Coalho peynirinin aroma profilleri 28 günlük depolama boyunca belirlenmiştir. Kontrol grubu peynirlerde *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *L.lactis* subsp. *cremoris* bakterileri kullanılmış ayrıca probiyotik olarak *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium lactis* suşları ayrı ayrı ve karışık kültür olarak (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium lactis*) (1:1:1) üç suş birden kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde farklı probiyotik kültür kullanımının ve depolama süresinin uzunluğunun aroma profilini etkilediği ifade edilmiştir.

Tomar ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı probiyotik bakteri kültürleri (*Lactobacillus acidophilus* (Pro Lafti L-10), *Bifidobacterium animalis spp. lactis* (Pro Lafti B-94) ve bu iki bakterinin karışımı) ve farklı ambalaj (deri tulum, ince bağırsak ve kör bağırsak) malzemeleri kullanılarak pastörize koyun sütünden üretilen Tulum peynirleri 90 gün süresince depolanmıştır. Depolama süresince peynir örneklerinin % asitlik değerleri artmış, pH ve aw değerlerinde ise azalma olduğu belirlenmiştir Peynir üretiminde ilave edilen probiyotik kültür sayılarının depolama süresince azaldığı bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Peynir üretiminde, Güneydoğu Süt ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. Firmasına (Kozan, Adana) gelen Simental ve Holstein ırkı inek sütlerinin karışımı kullanılmış ve üretimler Güneydoğu Süt Fabrikası'nda yapılmıştır.

3.1.2. Peynir Mayası

Üretimde Chr-Hansen NATUREN® MANDRA şirden mayası kullanılmıştır.

3.1.3. Starter Kültür ve Probiyotik Kültürler

Starter kültür olarak Mayasan'dan temin edilen Valiren® C 1 M (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanılmıştır. Probiyotik kültür olarak; homofermantatif bir laktik asit bakterisi olan (Garcha ve Natt, 2012) *Lactobacillus acidophilus* (LA-5®) ve fakültatif heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan (Huang ve ark., 2018) *Lactobacillus casei* 431® Chr- Hansen'den, fakültatif heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan (Valik ve ark., 2013) *Lactobacillus rhamnosus* LR Maysa'dan temin edilmiştir.

3.1.4. Tuz

Tulum peynirlerinin tuzlanmasında Aktentaş Aksaray Tarım Endüstri Ticaret A.Ş.'den temin edilen Saray Tuz marka sofra tuzu kullanılmıştır.

3.1.5. Ambalaj Materyali

Ambalajlamada kullanılan koyun tulumları, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (TGK, 2015) belirtildiği şekilde her türlü zoonoz enfeksiyondan ari,

peynire ağır metal ve yabancı madde bulaşması yapmayacak şekilde temiz ve kuru yaklaşık 2 kg peyniri alabilecek hacimde olup, Karaman ilinde faaliyet gösteren dericilerden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tulum Peyniri Üretimi

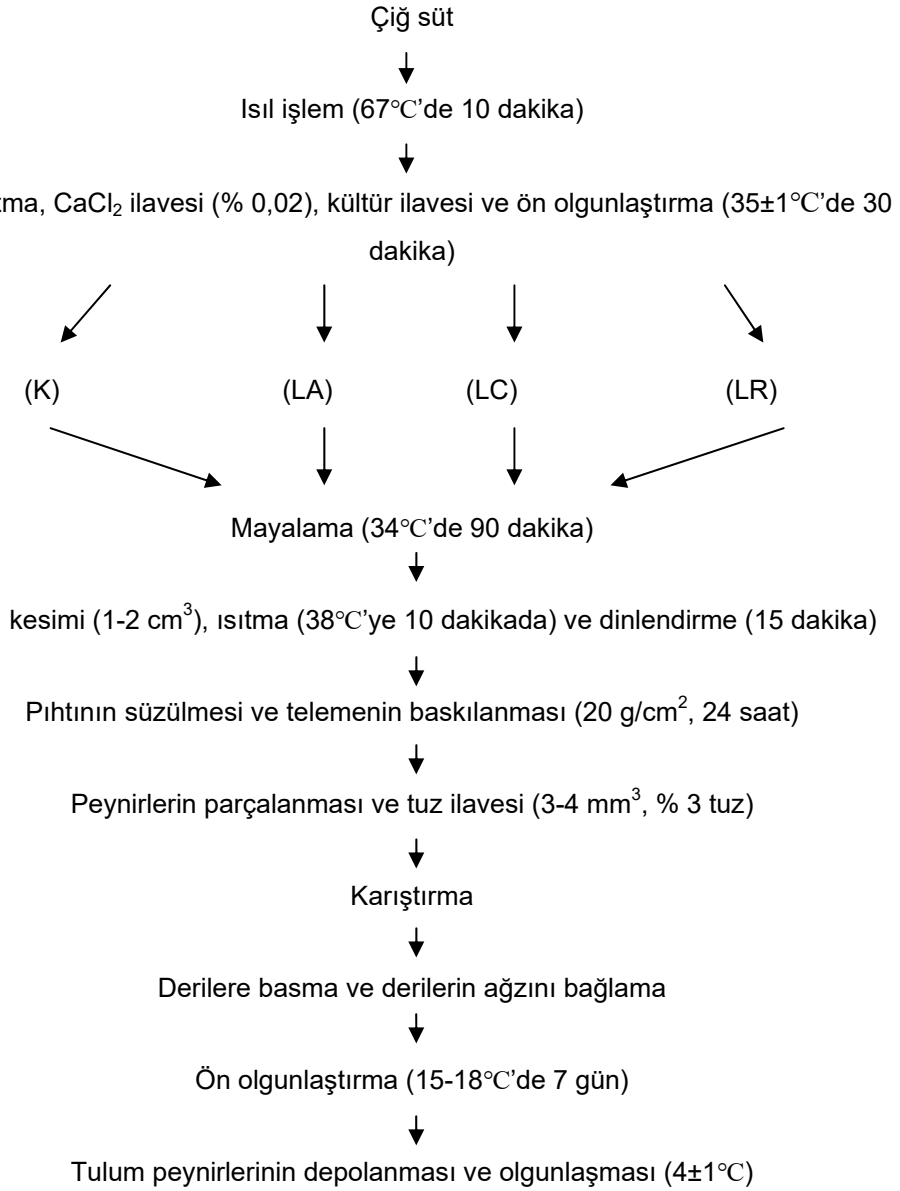
Üretim Şekil 3.1'deki Tulum peyniri üretimi akış şemasına göre gerçekleştirilmiştir. Peynir üretimi için seçilen çiğ sütün (her bir üretim için 500 L) gerekli kontrol ve analizleri yapıldıktan sonra süte çift cidarlı paslanmaz çelik peynir kazanında 67°C'de 10 dakika ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlemi takiben süt 35±1°C'ye soğutulup % 0.02 oranında $CaCl_2$ ilave edildikten sonra dört eşit kısma (her bir kısım 125 L) ayrılmıştır. Bu kısımlar K, LA, LC ve LR şeklinde isimlendirilmiştir. Dört eşit kısma ayrılan sütlere Çizelge 3.1'de belirtilen oranlarda starter ve probiyotik kültürler ilave edilmiştir.

Kültür ilave edilen sütler 30 dakika ön olgunlaştırmaya tabi tutulmuş daha sonra 34°C'de sıvı peynir mayasıyla mayalanmıştır. Maya miktarı, sütün pıhtı kesim olgunluğuna yaklaşık 90 dakikada ulaşabileceği şekilde hesaplanmıştır. Maya 10 katı sulandırılıp süte ilave edilmiştir. Oluşan pıhtı 1-2 cm^3'lük büyüklükte kesilmiş ve teleme - peyniraltı suyu karışımı 10 dakika boyunca kademeli olarak 38°C'ye gelecek şekilde ısıtılmıştır. Ardından teleme peyniraltı suyu içerisinde 15 dakika süre ile dinlendirilmiştir. Daha sonra peyniraltı suyu cendere bezinden süzdürülüp 20g/cm^2 basınç altında 24 saat baskılı süzme işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra peynirler paslanmaz çelik kıyma makinesine alınarak 3-4 mm^3 büyüklüğünde parçalara ayrılmıştır. Parçalanan peynirler % 3 oranında kuru tuzla tuzlanarak iyice karıştırılmıştır. Daha sonra bu peynirler derilere çok sıkı bir şekilde el ile basılmıştır. Son bağlama kısmının ucuna ve bağlama yerinin iç kısmına da bir miktar tuz atılıp derilerin ağzı bağlanmıştır. Peynir dolu tulumlar güneş ışığına maruz kalmayan serin bir yerde (15-18°C) 7 gün ön olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Ön olgunlaşması tamamlanan peynirler 4±1°C'de depolanmıştır.

Üretim üç tekerrürlü olarak yapılmış ve Tulum peyniri örnekleri olgunlaştırmanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizlerde kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Sütlere ilave edilen kültürler ve oranları

Sütler	Süte ilave edilen kültürler ve oranları
K	Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/250000)
LA	Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) + *Lactobacillus acidophilus* LA-5® (1/80000)
LC	Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) + *Lactobacillus casei* 431® (1/80000)
LR	Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (1/500000) + *Lactobacillus rhamnosus* LR (1/2000000)



Şekil 3.1. Tulum peyniri üretimi akış şeması

3.2.2. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması

Üretimde kullanılan çiğ sütlerden ve üretim sürecinde elde edilen peyniraltı sularından 250 mL'lik ikişer şilif kapaklı erlene örnek alınmış ve analize hazırlanmıştır. Tulum peyniri örnekleri steril kaplara, steril malzemeler yardımıyla alınmış ve mikrobiyolojik ekimleri yapıldıktan sonra fiziksel ve kimyasal analizlere geçilmiştir.

3.2.3. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyu Analizleri

3.2.3.1. pH Tayini

Çiğ süt ve peyniraltı suyunda pH değerleri WTW marka pH3110 Set 2 tip (Almanya) pH metre kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Tayini

Çiğ Sütte ve peyniraltı suyunda asitlik tayini, alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (TSE, 2002).

3.2.3.3. Kuru Madde Oranı

Belirli miktardaki süt ve peyniraltı suyu örneğinin 100 ± 2 ºC'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sonuçlar % kuru madde olarak ifade edilmiştir (TSE, 2002).

3.2.3.4. Yağ Oranı

Yağ oranları 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresiyle Gerber yöntemine göre % olarak belirlenmiştir (AOAC, 2005).

3.2.3.5. Protein Oranı

Yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin Mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (IDF, 2014).

3.2.4. Ham peynir verimi

Peynir örneklerinin randımanı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:
"Randıman (%) = [Ham peynir miktarı / Süt miktarı] x 100"

3.2.5. Tulum Peyniri Analizleri

3.2.5.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.5.1.1. pH Tayini

10 g rendelenmiş peynir ile 10 mL saf su karıştırılarak Ultra Turrax blenderde homojenize edilmiştir. Hazırlanan karışımın pH'sı, dijital pH metre (Inolab pH 720, WTW GmbH, Weilheim, Almanya) ile ölçülmüştür (Hannon ve ark, 2003).

3.2.5.1.2. Titrasyon Asitliği Tayini

10 g peynir örneği havanda ezilip üzerine 10 mL saf su ilave edilerek Ultra Turrax blenderde homojenize edilmiştir. Elde edilen homojen karışımın asitliği, ayarlı 0.1 N NaOH ile titre edilerek sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (TSE, 1995).

3.2.5.1.3. Kuru Madde Oranı

Peynir örneklerinde kuru madde oranları, 3-5 g örneğin 100±2^{o}C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik (% w/w) olarak belirlenmiştir (IDF, 2004).

3.2.5.1.4. Yağ ve Kuru Maddede Yağ Oranı

Peynirlerin yağ oranları**,** 0-40 taksimatlı özel peynir bütirometreleri ile Gerber yöntemine göre yapılmıştır (IDF, 2008). Kuru maddede yağ;

"% Kuru maddede yağ = % Yağ x 100 / % Kuru madde" formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.5.1.5. Toplam Azot, Protein ve Kuru Maddede Protein Oranı

Toplam azot oranları, örneklerin yaş yakmaya tabi tutulmasından sonra Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Protein oranları bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (IDF, 2014). Kuru maddede protein oranları ise;

"% Kuru maddede protein = % Protein x 100 / % Kuru madde" formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.5.1.6. Tuz ve Kuru Maddede Tuz Oranı

Tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre, hazırlanan örneğin ayarlı 0.1N $AgNO_3$ ile titrasyonu sonucu belirlenmiş (Bradley ve ark., 1993) ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Kuru maddede tuz oranı ise;

"% Kuru maddede tuz = % Tuz x 100 / % Kuru madde" formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.5.1.7. Kül Tayini

Peynir örneklerinde kül oranları, örneklerin kül fırınında 550ºC'de yakılması ile gravimetrik (% w/w) olarak belirlenmiştir (Kurt ve ark., 2007).

3.2.5.1.8. Pıhtı Sıkılığı Değeri

Peynirlerin pıhtı sıkılığı 95.5 g ağırlığındaki konik başlığın peynir kitlesine 5 saniye süre ile batma derinliği ölçülerek bulunmuştur. Bu amaçla SUR BERLIN

PNR 6 marka penetrometreden yararlanılmış ve sonuçlar, okuma değerleri x 1/10mm olarak belirtilmiştir (Güven ve Konar, 1996).

3.2.5.1.9. Toplam Serbest Yağ Asitleri

Peynirlerde yağ ekstraksiyonu Öztürk (1993) tarafından belirtilen şekilde yapılmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden ifade edilmiştir. Bu amaçla; küçük parçalar halinde rendelenmiş peynir örneğinden 10 g tartılmış ve üzerine 6 g susuz Na_2SO_4 (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilmiştir. Bir havan içerisinde peynir ile Na_2SO_4 iyice karıştırılarak ezilmiştir. Daha sonra karışım şilifli-kapaklı erlene alınmış ve 60 ml dietileter (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilerek 1 saat bekletilmiştir. Bu süre içerisinde karışım her 15 dakikada 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Sıvı kısım filtreden (Nr. 43, 640 m, beyaz bant, Macherey-Nagel, Germany) geçirilmiş ve katı kısımdaki muhtemel yağ kalıntıları her defasında 20 mL dietileter ilave edilerek 3 kez çözündürülmüş ve şilifli-kapaklı erlende toplanmıştır. Erlende toplanan dietileter-yağ karışımından, dietileter 50ºC'de bir rotari evaporatör yardımı ile vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki dietileter tamamen uçurulduktan sonra balon içerisindeki yağ bir erlene tartılmış ve 10 mL dietileter - etil alkol karışımı (1:1) ilave edilerek 0.05 N etilalkolde hazırlanmış KOH ile % 1'lik fenolftalein indikatörlüğünde titre edilmiştir. Şahit deneme yapıldıktan sonra, aşağıdaki formül yardımı ile serbest yağ asitleri hesaplanmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden ifade edilmiştir.

"% Oleik asit (g/100 g yağ) = [mL KOH (V_1-V_0) x 0.282 x F x 0.05 / Örnek (g)] x 100"

V_1 : Örnek için harcanan KOH, mL

V_0 : Şahit denemede harcanan KOH, mL

0.282 : Oleik asitin miliekivalent gramı

F : 0.05 N KOH çözeltisinin faktörü

3.2.5.1.10. Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı ve Olgunlaşma Derecesi

Peynirlerde suda çözünen azotlu madde oranları Kuchroo ve Fox (1982) ve Hayaloğlu (2003) tarafından belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla, 20g peynir örneği 40 mL su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40°C'deki su banyosunda tutulmuş ve ardından 4000 devir/dakika hızında 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım filtre kağıdından (Nr.43, 640 m, beyaz bant, Macherey-Nagel, Germany) 100 ml'lik balonjojeye süzülüp çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro Kjeldahl metodu ile SÇA içeriği saptanmıştır. Kalan süzüntü diğer analizlerde kullanılmıştır.

"% SÇA (w/w) =[1.4 x (V_1-V_0) x N x F] / m"

V_1 : Örnek için harcanan HCl (mL)

V_0 : Kör denemede harcanan HCl (mL)

N : HCl'ün standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : Örnek miktarı (g)

SÇA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

"Olgunlaşma Derecesi = % SÇA x 100 / % Toplam Azot"

3.2.5.1.11. Kazein Azotu Oranı

Peynirlerde kazein azotu oranı, toplam azot oranından suda çözünen azot oranının çıkarılması ile bulunmuş ve sonuçlar % azot üzerinden ifade edilmiştir.

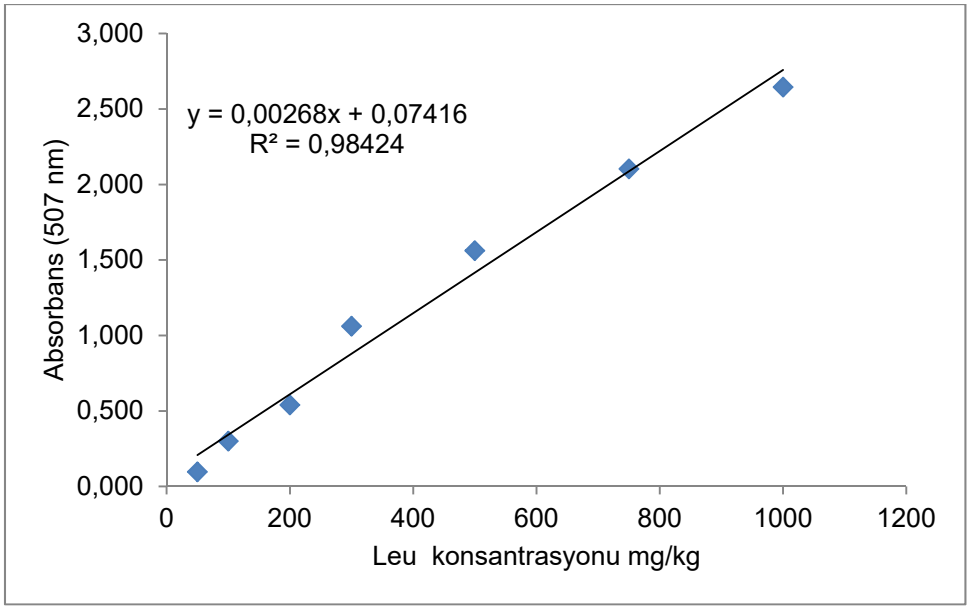
3.2.5.1.12. Toplam Serbest Aminoasit Miktarı

Doi ve ark. (1981) tarafından belirtilen metodun, Folkertsma ve Fox (1992) tarafından uygulanan yönteme göre yapılmıştır. Cd-ninhydrin reaktifi ile hazırlanan örneğin 507 nm'deki absorbansı ile belirlenmiştir.

Reaktifler: Cadmium Ninhydrin reaktifi: 0.8 g ninhydrin, 80 mL ethanol ve 10 mL asetik asit karışımında çözündürülmüş ve elde edilen karışıma 1 mL suda çözündürülmüş 1g (Cadmium Chloride) $CdCl_2$ ilave edilmiştir.

Yöntem: SÇA tayininde elde edilen sulu ekstrakttan 100 µL (beklenen serbest aminoasit miktarına göre alınmış ve 1mL suda çözündürülüp üzerine 2mL Cadmium-ninhydrin reaktifi eklenmiştir. Karışım 84°C'ye ısıtılıp 5 dakika tutulduktan sonra soğutulup 507 nm'deki absorbansı UV-spektrofotometrede okunmuştur. Hesaplamalar, oluşturulan standart eğriye göre yapılarak sonuçlar mg Leu/g peynir cinsinden ifade edilmiştir.

Tulum peyniri örneklerinin toplam serbest aminoasit değerlerini hesaplamak üzere; farklı konsantrasyonlarda (x) hazırlanan Leu standardına karşılık 507 nm'de okunan absorbans değerleri (y) ile şekil 3.2'deki grafik ve denklem oluşturulmuştur. Buradan elde edilen standart eğriye göre Tulum peynirlerinde bulunan toplam serbest aminoasit miktarları mg Leu/g peynir cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlardaki Leu standartlarından elde edilen absorbans değerleri

3.2.5.1.13. Üre-Poliakrilamid Jel Elektroforez (Urea-PAGE) İle Kazein Fraksiyonlarının Belirlenmesi

Biyokimyasal analizler, kazein fraksiyonları ile αs_1- kazein ve β-kazeinin hidroliz durumunu saptamak amacıyla urea-PAGE ile yapılmıştır. Depolamanın 1., 90., ve 180. günlerinde urea-PAGE kullanılarak kazein fraksiyonları belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler aşağıda açıklandığı şekilde analizlere hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır.

a) Stok Çözeltilerin Hazırlanması

Akrilamid çözeltisi:

Saf suda % 40 (w/v) konsantrasyonunda hazır olarak (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır.

Yoğunlaştırıcı jel tamponu:

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

Ayırıcı jel tamponu:

32.15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 192.85 g üre, 2.86 mL konsantre HCl ile 8.9'a ayarlanmıştır.

Elektrot tamponu:

15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 73 g glycine saf suda çözülmüş ve 5 l'ye tamamlanmıştır.

Örnek tamponu:

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

Amonyum persulfat:

Saf suda % 10 (w/v) konsantrasyonunda hazırlanmış ve 1'er mL eppendorf tüplerine konulmuş ve daha sonra kullanılmak üzere -20ºC'de dondurulmuştur.

Boyama çözeltisi:

Coomassie Brillant Blue G250 % 0.2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış ve eşit hacimde 1 M H_2SO_4 ile karıştırıldıktan sonra bir gece bekletilmiştir. Ardından çözelti Whatman No. 1 filtre kağıdından süzülmüş ve 9:1 oranında 10 M KOH ile karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltiye % 12 oranında trikloroasetik asit ilave edilmiştir.

b) Jel çözeltilerinin hazırlanması

Yoğunlaştırıcı jel çözeltisi:

5 ml akrilamid çözeltisi, 45 mL stacking jel tamponu, 0.1 g N,N,N',N'-methylene bisacrylamide karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 25 µL N,N,N',N'-tetramethyleethylene diamine (TEMED) ilave edilmiştir.

Ayırıcı jel çözeltisi:

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

c) Örneğin Hazırlanması

20 g rendelenmiş peynir örneği 40 mL saf su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiş ve 40 °C'deki su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra örnekler 4000 devir/dakika hızında santrifüj edilmiştir. Üstte biriken yağ tabakası ve su ayrıldıktan sonra dipte kalan çökelti dondurularak kurutulmuştur (Ilshin, FD8512, Netherland). Dondurularak kurutulmuş peynir örneklerinden 10 mg alınarak 1 mL örnek tamponunda çözülmüş ve ardından 1 dakika süre ile karıştırılıp 4 µL alınarak jel kuyucuklara enjekte edilmiştir.

d) Elektroforezin Uygulanması

Elektroforez ünitesi, üretici firmanın önerdiği biçimde kurulmuştur. Elektroforeze başlamadan hemen önce başlangıç polimerizasyonunu sağlamak için, ayırıcı çözeltisine 282 µL amonyum persulfat ilave edilmiştir. Yoğunlaştırıcı jel çözeltisi, her iki jel ünitesine dökülmüş ve jel seviyesi, jel tarakları yerleştirildiğinde tarakların uç kısmından yaklaşık 1 cm aşağıda olacak şekilde ayarlanmıştır. Jelin üzerine saf su ilave edilmiş ve jel tamamıyla polimerize

oluncaya kadar 30 dk beklenilmiştir. Daha sonra, üst kısımdaki su dikkatli bir şekilde dökülmüştür. Yoğunlaştırıcı jel çözeltisine 300 µL amonyum persülfat ilave edildikten sonra jel ünitesine dökülmüş ve taraklar uygun pozisyonda yerleştirilmiştir. Çözelti polimerize olması için yeterli süre (polimerizasyon görülünceye kadar, yaklaşık 30 dk) beklenilmiştir. Polimerizasyondan sonra, taraklar çıkarılmış ve jeller içinde yeterli miktarda elektrot tamponu bulunan jel ünitesine yerleştirilmiştir. Elektroforez sistemi soğuk su ile sirküle edilerek soğutulmuştur. Jellere 30 dk süre ile 280 V elektrik akımı uygulandıktan sonra, peynir örnekleri ve standart (NZYColour Protein Marker II) özel şırınga ile jel kuyucuklarına enjekte edilmiştir. Örnekler, önce stacking jel tamponu boyunca 280 V'da, separating jel tamponu boyunca 300 V'da yürütülmüştür. Örneklerin jelde yürütülmesi, boya izinin jel ünitesinin dip kısmına gelinceye kadar devam etmiştir.

e) Jelin Boyanması

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

f) Kantitatif Belirleme

Boya giderildikten sonra elde edilen jeller Vılber Lourmat marka Scanner kullanılarak taranmıştır. Elektroforetik bantların yoğunluğu kullanılan Image Master TotalLab Phoretix 1D Prosoftware, Keel House, Newcastle upon Tyne, UK yazılım ile belirlenmiştir. Kazein fraksiyonları ile bunların ilgili fragmentleri Mooney ve ark., (1998)'da belirtildiği şekilde bantların yeri saptanmış ve bu bantlar dansitometrik integrasyonlar kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir.

3.2.5.1.14. Organik Asit Kompozisyonu

Organik asit kompozisyonu (asetik, propiyonik, bütirik, laktik, sitrik ve pürivik asit) analizi depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde, ODTÜ Merkezi Laboratuvar'ı Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji AR-GE Merkezi Kromatografi ve Fermentasyon Laboratuvarı (KFL)'nda HPLC (Agilent 1260 HPLC System) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Analiz, mobil faz 0.008 N H_2SO_4 konsantrasyon ve 0.6 ml/dakika akış hızında olacak şekilde Varian Metacarb 87h 300x7.8mm kolonu ile 210 nm dalga boyundaki UV dedektörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Örneğin hazırlanması: 5g peynir örneği 25 mL 0.013 N H_2SO_4 ile stomacher poşetine koyulup stomacher cihazında 10 dakika karıştırılmıştır. Karışım falkon tüplerine alınıp 7000 *g*'de 5 dakika santrifüj edilmiştir (Zeppa ve ark., 2001). Daha sonra sıvı kısım pipet yardımı ile alınıp filtre kağıdından (Nr. 43, 640 m, beyaz bant, Macherey-Nagel, Germany) geçirilmiştir. Süzüntü eppendorf tüplerine doldurulup daha sonra analizde kullanılmak üzere derin dondurucuya (-24°C) alınmıştır.

3.2.5.1.15. Tekstür Profili Analizleri

Tulum peynirlerinin tekstürel karakteristikleri Zheng ve ark. (2016)'na göre TA.XT Plus Tekstür Analizatörü kullanılarak yapılmış, veri toplama ve hesaplama işlemleri Texture Exponent (version 6.1.16, Stable Micro System, Haslemere, Surrey, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizleri olgunlaşmanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde yapılmıştır. Peynirler 50 x 50 x 10 mm boyutlarında olacak şekilde kesilmiştir. Daha sonra örnekler plastik film ile kaplanarak oda sıcaklığında bırakılmış ve peynirlerin sıcaklıklarının 20 ± 2°C'ye ulaşması sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri TA.XT Plus; Texture Analyzer (Texture Technologies Corp. Scarsdale, NY / Stable Microsystems, Godalming, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları: 25 mm çapında SMSP/25 prob; test hızı 1 mm/s; ön test hızı 2 mm/s; son test hızı 5 mm/s; prob yüksekliği 2

cm; ölçüm algılama eşik değeri 5 g; baskılama derinliği 2 mm; tutma zamanı, 5 s'dir. TPA parametreleri Bourne (2002)'e göre belirlenmiştir.

3.2.5.2. Mikrobiyolojik Analizler

Tulum peyniri örneklerinden steril bir bıçak yardımıyla 50 g kadar alınarak steril cam kavanoz içerisinde karıştırılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için, karıştırılan bu numuneden steril stomacher poşetlerine 10 g aseptik şartlar altında tartılarak 90 mL dilüsyon sıvısı (% 0.85'lik NaCl) ile homojenizatörde 2 dakika homojenize edilmiştir. Ondalık dilüsyonlar ringer çözeltisi (Merck) ile hazırlanmış ve plaklara çift seri ekim yapılmıştır. İnkübasyondan sonra plaklarda 30-300 arası koloniler sayılmış ve sayım sonuçları, ilgili dilüsyon faktörü hesaplanarak koloni oluşturan birimin logaritması (log kob/g) alınarak gösterilmiştir (Harrigan, 1998).

3.2.5.2.1. Laktik Asit Bakterileri Sayısı

Tulum peynirlerinde toplam laktik asit bakteri sayısının belirlenmesi için MRS Agar besiyeri kullanılmıştır. 30°C'de 48 saat anaerobik inkübasyondan sonra katalaz (-) koloniler dikkate alınarak toplam laktik asit bakteri sayımı yapılmış olup (Harrigan, 1998), boyut, şekil, renk gibi morfolojik özellikler açısından şüpheli olarak tanımlanan koloniler dikkate alınmamıştır.

3.2.5.3. Duyusal Analizler

Depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde 11 kişilik panelist gurubu tarafından duyusal değerlendirmeler yapılmış ve panelistlere Çizelge 3.2'de verilen duyusal muayene değerlendirme formu (TSE, 2006) ve Çizelge 3.3'te verilen beş ifadeli hedonik skala yanıt formu kullanılmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2005).

Çizelge 3.2. Tulum peynirinde duyusal muayene değerlendirme formu
Panelistin adı: Tarih: …/…/....

Özellik	Puan (en fazla)	K	LA	LC	LR
Kesit ve görünüş					
• Bıçakla kesilince ufalanmayan, birbiri ile kaynaşmış, temiz görünümlü	25				
• Kumlu görünümlü	15				
• Dolum hatasından kaynaklanan yarık ve çatlaklar, donuk, mat renk, iki renklilik, kitlenin iyice kaynaşmaması	10				
• Küflü görünüm, anormal renk ve görünüm	5				
Yapı					
• Lekesiz, kendine özgü yapı	25				
• Ufalanmayan	15				
• Çok sert veya çok yumuşak	10				
• Fazla ufalanan	5				
Koku					
• Kokuda belirli bir kusuru olmayan, kendine özgü koku	25				
• Yem veya hoşa gitmeyen koku	15				
• Küfümsü, meyvemsi koku	5				
Tat					
• Kendine özgü tat	25				
• Yavan tat, pişmiş tat, ekşi tat	15				
• Tuzlu tat, acımsı tat	10				
• Yanık tat ve diğer hoşa gitmeyen tatlar	5				

Çizelge 3.3. Beş ifadeli hedonik skala yanıt formu

Panelistin adı: Tarih: …/…/...
Lütfen aşağıdaki ifadeler içerisinde size sunulan ürün hakkında uygun bulduğunuz yanıtı işaretleyiniz
_____ Çok beğendim
_____ Beğendim
_____ Orta derecede beğendim
_____ Az beğendim
_____ Hiç beğenmedim

3.2.5.4. İstatistiksel Analizler

Araştırma dört farklı uygulama (Kontrol, LA, LC ve LR peynirleri) ve üç tekerrür olarak yürütülmüş ve "Tesadüf Parselleri Deneme Planı" na uygun olarak planlanmıştır. Deneme planı "dört farklı peynir x beş depolama süresi x üç tekerrür" şeklinde düzenlenmiştir. İstatistiksel analizler, "SPSS 20.0 Paket Programı" (SPSS package program, version 20.0, SPSS Inc., USA) kullanılarak yapılmıştır. Peynirlerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri sonrasında elde edilen dansitometrik değerler üzerine farklı peynirler ve depolama süresinin etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen veriler varyans analizi (ANOVA) ile SPSS proğramında karşılaştırılmış ve anlamlı bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Verilerin grup sayısının 2 olduğu durumlarda anlamlı bulunan farklılıklara bağımsız örneklem *t* testi uygulanmıştır. Önem *seviyesi P*=0.05 olarak değerlendirilmiştir (Özdamar, 2011). Ayrıca bazı analizlerin istatistiksel değerlendirmelerinde XLSTAT 4.06 programı da kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde; Starter kültür (Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ve probiyotik laktik asit bakterileri (*Lactobacillus acidophilus* (LA-5®), *Lactobacillus casei* 431®, *Lactobacillus rhamnosus* LR) kullanılarak üretilen deri Tulum peynirlerinin üretiminde kullanılan çiğ sütün ve üretimden artan peyniraltı sularının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, ham peynir verimi ve deri Tulum peynirlerinin ön olgunlaştırmadan sonraki 180 gün depolama süresince bazı fiziksel, tekstürel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Farklı probiyotik laktik asit bakterilerinin starter kültür ile birlikte kullanımı ve depolama süresinin deri Tulum peynirlerinin tekstürel, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, elde edilen sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve bulgular, yapılan diğer araştırmalar ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

4.1. Tulum Peyniri Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütlerin Bileşim Özellikleri

Tulum peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşim özelliklerine ait değerler standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tulum peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşim özellikleri (n=3)

pH	6.69±0.04
Titrasyon asitliği (% la)	0.17±0.03
Yağ (%)	3.58±0.38
Protein (%)	2.95±0.10
Kuru madde (%)	11.42±1.54

TS 1018 İnek Sütü- Çiğ standardına göre; çiğ inek sütünün protein oranı en az % 2.8, yağ oranı en az % 3.5, titrasyon asitliği ise laktik asit cinsinden % 0.135 - 0.2 aralığında olmalıdır (TSE, 2002). Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda Tulum peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütün % protein, % yağ ve laktik asit cinsinden % asitlik değerleri, TS 1018 İnek Sütü- Çiğ standardına uygundur.

4.2. Tulum Peyniri Üretiminden Artan Peyniraltı Sularının Bileşim Özellikleri

Peyniraltı sularının bileşim özellikleri, peynir üretiminde kullanılan sütün bileşim özellikleri ve üretimde uygulanan farklı işlem parametrelerine göre değişiklik göstermektedir. Tulum peyniri üretiminden artan peyniraltı sularının bileşim özelliklerine ait değerler standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tulum peyniri üretiminden artan peyniraltı sularının bileşim özellikleri (n=3)

PAS	K	LA	LC	LR
pH	6.57±0.03^{A}	6.51±0.04^{A}	6.48±0.01^{A}	6.59±0.27^{A}
Titrasyon asitliği (% la)	0.09±0.01^{A}	0.10±0.00^{A}	0.11±0.01^{A}	0.09±0.02^{A}
Yağ (%)	0.93±0.12^{A}	1.10±0.17^{A}	0.92±0.18^{A}	0.87±0.14^{A}
Protein (%)	0.95±0.21^{A}	0.97±0.17^{A}	1.16±0.29^{A}	1.13±0.17^{A}
Kuru madde (%)	6.35±0.91^{A}	6.75±0.17^{A}	6.72±0.10^{A}	6.20±0.21^{A}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Peyniraltı sularının pH değerleri incelendiğinde, sırasıyla LR ve K peyniraltı sularının 6.59±0.27 ve 6.57±0.03 ile 6.51±0.04 ve 6.48±0.01 pH değerlerine sahip olan LA ve LC peyniraltı sularından daha yüksek pH değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Laktik asit (%) cinsinden titrasyon asitliği değerleri

incelendiğinde ise LC peyniraltı suyunun 0.11±0.01 ile en yüksek asitlik değerine sahip olduğu belirlenmiş, K ve LR peyniraltı sularının 0.09±0.01 ve 0.09±0.02 ile en düşük asitlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Peyniraltı sularının pH ve asitlik değerleri üzerine probiyotik laktik asit bakteri çeşitlerinin etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) olmamıştır.

Peyniraltı sularının % yağ oranları 1.10±0.17 ile 0.87±0.14 aralığında, % protein oranları 1.16±0.29 ile 0.95±0.21 aralığında, % kuru madde oranları ise 6.75±0.17 ile 6.20±0.21 aralığında değişim göstermiştir. Peyniraltı sularının % yağ, % protein ve % kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p>0.05$) bir farklılık tespit edilmemiştir.

4.3. Ham Peynir Verimi

Peynirlerde randıman; sütün niteliği ve bileşimi, kazein miktarı, genetik çeşitliliği, pıhtılaştırıcı çeşidi, sütteki somatik hücre sayısı, pastörizasyon, kesim sırasındaki pıhtı sertliği, kullanılan ekipmanlar ve üretim parametreleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Abd El-Gawad ve Ahmed, 2011). Farklı probiyotik kültürler ile üretilen Tulum peynirlerinde kullanılan sütlerin ham peynir verimi standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ham peynir verimi (%) (n=3)

K	LA	LC	LR
$11.21±0.70^{A}$	$11.23±0.56^{A}$	$11.71±0.74^{A}$	$11.42±0.67^{A}$

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Ham peynir verimi (%) değerleri 11.71±0.74 ile 11.21±0.70 arasında değişmektedir. Hesaplanan değerler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Buna karşın LC peynirinde randıman biraz yüksek bulunmuştur.

4.4. Tulum Peynirlerinin Özellikleri

4.4.1. Tulum Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.4.1.1. Tulum Peynirlerinin pH Değerleri

pH ortamın hidrojen [H^+] iyonu aktivitesini kantitatif olarak ifade eden sayısal bir niteliktir (IUPAC, 2014). Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen pH değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.4'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tulum peyniri pH değerleri (n=3)

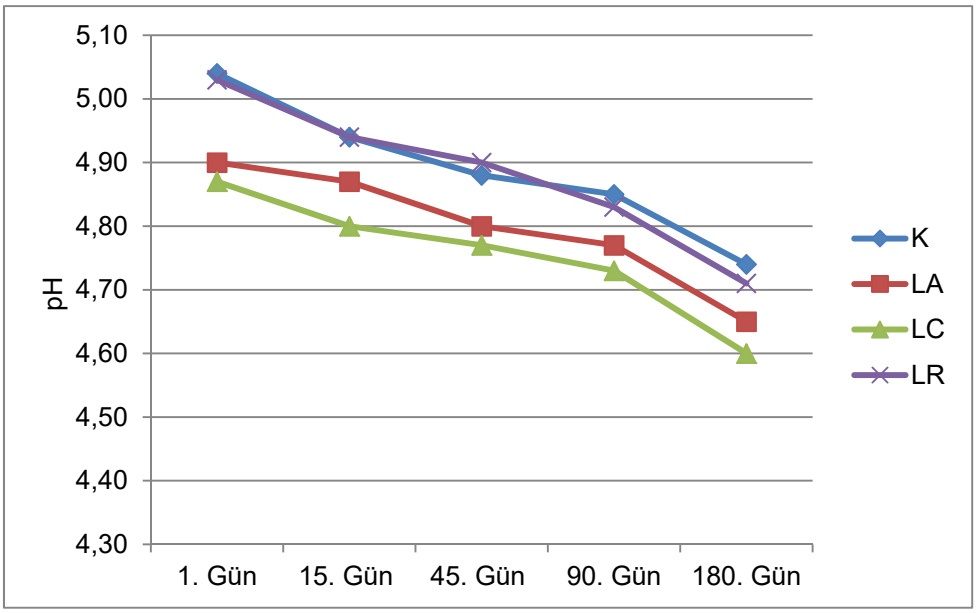
pH	K	LA	LC	LR
1. Gün	5.04 ± 0.12^{Aa}	4.90 ± 0.06^{ABa}	4.87 ± 0.05^{Ba}	5.03 ± 0.08^{ABa}
15. Gün	4.94 ± 0.21^{Aa}	4.87 ± 0.05^{Aab}	4.80 ± 0.01^{Aa}	4.94 ± 0.10^{Aab}
45.Gün	4.88 ± 0.16^{Aa}	4.80 ± 0.03^{Aab}	4.77 ± 0.09^{Aa}	4.90 ± 0.14^{Aabc}
90. Gün	4.85 ± 0.16^{Aa}	4.77 ± 0.03^{Ab}	4.73 ± 0.07^{Aab}	4.83 ± 0.12^{Abc}
180. Gün	4.74 ± 0.22^{Aa}	4.65 ± 0.11^{Ac}	4.60 ± 0.15^{Ab}	4.71 ± 0.05^{Ac}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.4 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, 15., 45., 90., ve 180. günlerde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K Tulum peynirinin pH değerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) değilken, LA,

LC ve LR Tulum peynirlerinin pH değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.1 incelendiğinde Tulum peynirlerinin pH değerlerinde 180 günlük depolama süresince sürekli bir düşüş gözlenmiştir. K ve LR Tulum peynirlerinin pH değerleri depolama süresince birbirlerine daha yakın olmakla birlikte 180. gün en yüksek pH değeri K Tulum peynirinde ölçülmüştür. 180 günlük depolama süresince en düşük pH değerleri ise LC Tulum peynirinde ölçülmüştür.



Şekil 4.1. Tulum peyniri pH değerlerinin depolama süresince değişimi

Tomar ve ark. (2018), farklı ambalaj malzemeleri ve farklı kültürlerle (*Bifidobacterium animalis* spp. *Lactic*, *Lactobacillus acidophilus*) ürettikleri Erzincan Tulum peynirlerinin bazı karakteristik özelliklerini inceledikleri bir araştırmada, 90 günlük depolama süresince Erzincan Tulum peynirlerinin pH değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Oluk (2013), Ekzopolisakkarit üreten kültür kullanarak ürettiği Tulum peynirlerinin kalite özelliklerini incelediği bir çalışmada, olgunlaşma süresince

Tulum peynirlerinin pH değerlerinin düştüğünü bildirmiştir. Ayrıca; birçok araştırmacı da farklı tür peynirlerde pH değerlerinin depolama süresince düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir (Pastorino ve ark, 2003; Hui, 2006; Najafi ve ark, 2008; Emirmustafaoğlu, 2011; Li ve ark., 2013; Niro ve ark., 2014; Çayır, 2018).

4.4.1.2. Tulum Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri

Peynir üretiminde en önemli parametrelerden birisi asitlik gelişimidir (Ertürkmen ve Öner, 2015). Peynirlerde asitliğin, aroma kalitesi ve tekstür yapısı ile önemli bir ilişkisi vardır (Ramzan ve ark., 2010). Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.5'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tulum peyniri titrasyon asitliği değerleri (n=3)

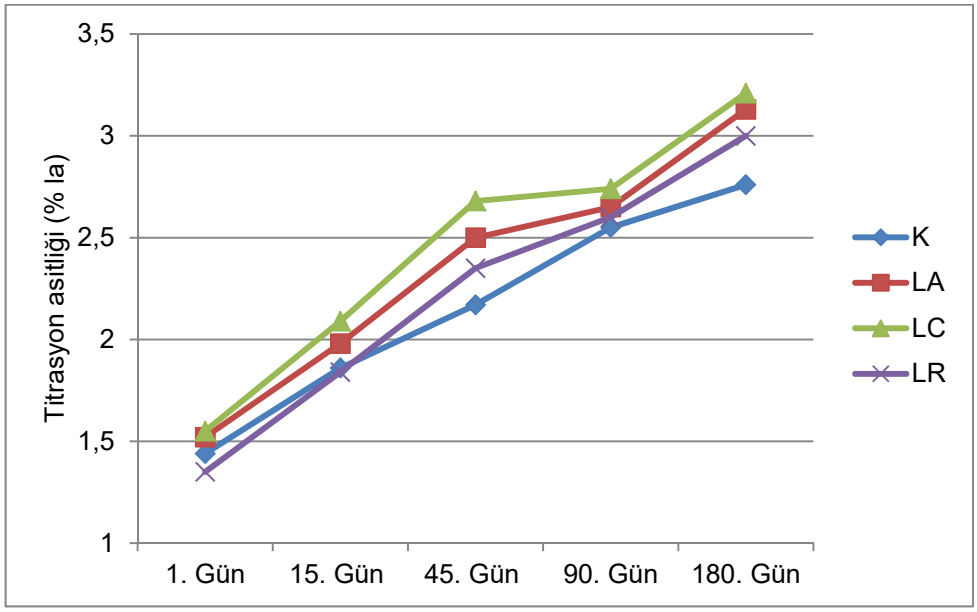
Asitlik (% la)	K	LA	LC	LR
1. Gün	1.44 ± 0.20^{Ac}	1.52 ± 0.20^{Ac}	1.55 ± 0.17^{Ac}	1.35 ± 0.20^{Ac}
15. Gün	1.86 ± 0.70^{Abc}	1.98 ± 0.69^{Abc}	2.09 ± 0.68^{Abc}	1.84 ± 0.59^{Abc}
45.Gün	2.17 ± 0.21^{Aabc}	2.50 ± 0.28^{Aab}	2.68 ± 0.25^{Aab}	2.35 ± 0.42^{Aab}
90. Gün	2.55 ± 0.45^{Aab}	2.65 ± 0.29^{Aab}	2.74 ± 0.38^{Aab}	2.60 ± 0.20^{Aa}
180. Gün	2.76 ± 0.27^{Ba}	3.13 ± 0.15^{ABa}	3.21 ± 0.21^{Aa}	3.00 ± 0.18^{ABa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.5 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerleri arasında

istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemesine rağmen 180. gününde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tamamının % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.2 incelendiğinde Tulum peynirlerinin % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerlerinde 180 günlük depolama süresince bir artış gözlemlenmektedir. 180 günlük depolama süresince LC Tulum peyniri en yüksek titrasyon asitliği değerlerine sahip olmuştur. Depolamanın 180. gününde LA, LC ve LR örneklerinin titrasyon asitliği değerleri birbirine yakınken K örneğinin titrasyon asitliği değeri nisbeten daha düşük çıkmıştır. Bu farklılıkların, Tulum peyniri örneklerindeki bakterilerin cinsine, canlılığına ve asit üretme özelliklerine göre oluştuğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Tulum peyniri titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince değişimi

Peynirde olgunlaşma süresince laktozun, laktik aside parçalanması (Akın ve ark., 2003) ve aynı süreçte meydana gelen lipoliz ve proteoliz faaliyetleri sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitleri ve asidik aminoasitlerin de (Gün ve ark., 2009) titrasyon asitliği değerini arttırdığı düşünülmektedir.

Setyawardani ve ark. (2017), farklı oranlarda probiyotik kültürler kullanarak keçi sütünden ürettikleri peynir üzerine yaptıkları bir araştırmada, depolama süresince peynir örneklerinde titrasyon asitliği değerinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca; birçok araştırmacı da farklı tür peynirlerde titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Yerlikaya, 2003; Keçeli ve ark, 2006; Say, 2008; Parlak 2016).

4.4.1.3. Tulum Peynirlerinin Kuru Madde Oranları

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen kuru madde oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.6'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir.

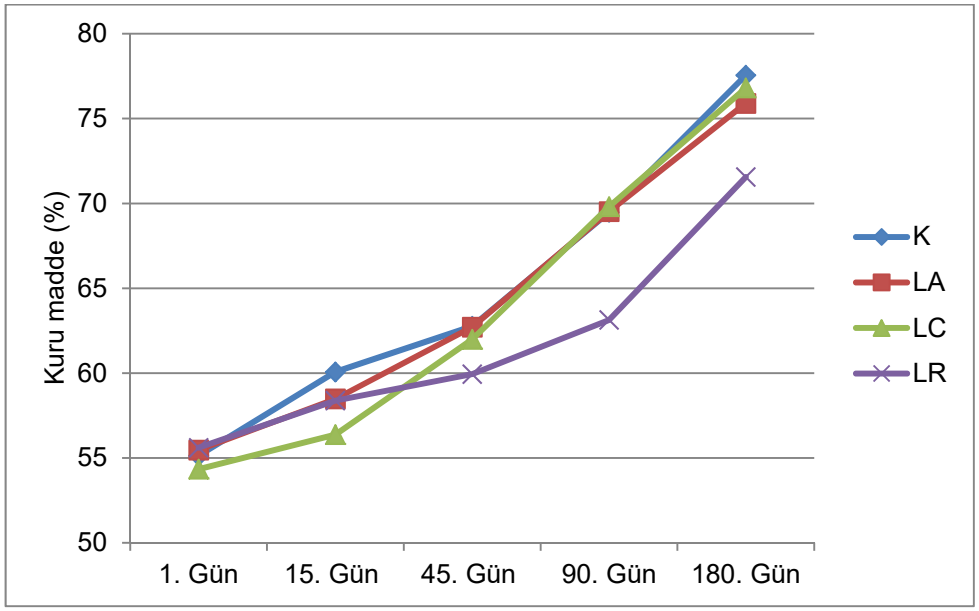
Çizelge 4.6. Tulum peyniri kuru madde oranları (n=3)

Kuru madde (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	55.14 ± 2.49^{Ac}	55.47 ± 1.79^{Ad}	54.34 ± 0.39^{Ad}	55.60 ± 2.01^{Ac}
15. Gün	60.07 ± 4.39^{Abc}	58.48 ± 0.40^{Acd}	56.38 ± 3.33^{Acd}	58.38 ± 2.84^{Abc}
45.Gün	62.76 ± 6.24^{Abc}	62.71 ± 1.59^{Ac}	61.99 ± 4.75^{Ac}	59.94 ± 5.18^{Abc}
90. Gün	69.48 ± 6.19^{Aab}	69.52 ± 2.76^{Ab}	69.81 ± 1.57^{Ab}	63.13 ± 4.39^{Ab}
180. Gün	77.56 ± 7.06^{Aa}	75.90 ± 6.15^{Aa}	76.81 ± 5.24^{Aa}	71.56 ± 3.27^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstelharflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.6 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin % kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin % kuru madde değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.3 incelendiğinde Tulum peynirlerinin % kuru madde değerlerinde 180 günlük depolama süresince bir artış gözlemlenmektedir. 180 günlük depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % kuru madde değerleri birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin kuru madde miktarındaki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur.



Şekil 4.3. Tulum peyniri kuru madde oranlarının depolama süresince değişimi

Ambalaj materyali olarak hayvan derisi kullanılan Tulum peynirlerinde depolama süresince deri gözeneklerinden süzülme ve buharlaşma yoluyla su kaybı

meydana geldiği ve buna bağlı olarak Tulum peynirlerinin kuru madde miktarının arttığı düşünülmektedir.

Güven ve Konar (1994b), inek sütünden üretilen ve farklı materyallerden oluşan ambalajlarda olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin özelliklerini inceledikleri bir araştırmada, keçi derisine basılan Tulum peynirlerinin kuru madde miktarında depolama süresince bir arttığını bildirmişlerdir.

Oluk (2013), Ekzopolisakkarit üreten kültür kullanarak üretilen, keçi derisine basılarak olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin kalite özelliklerini incelediği bir araştırmada Tulum peynirlerinin kuru madde miktarında depolama süresince bir artış olduğunu bildirmiştir.

4.4.1.4. Tulum Peynirlerinin Yağ ve Kuru Maddede Yağ Oranları

Süt yağının, enerji kaynağı olmakla birlikte, peynirin fonksiyonel özellikleri, görünüş, lezzet ve dokusal nitelikleri üzerinde önemli rolü vardır. Ayrıca; yağ, esansiyel yağ asitlerinin ve yağda çözünür vitaminlerin kaynağıdır (Koca, 2011).

Peynirin yağ oranı kullanılan süte ve uygulanan üretim yöntemine göre değişiklik göstermektedir (Akalın, 2011). Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen yağ oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.7'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir.

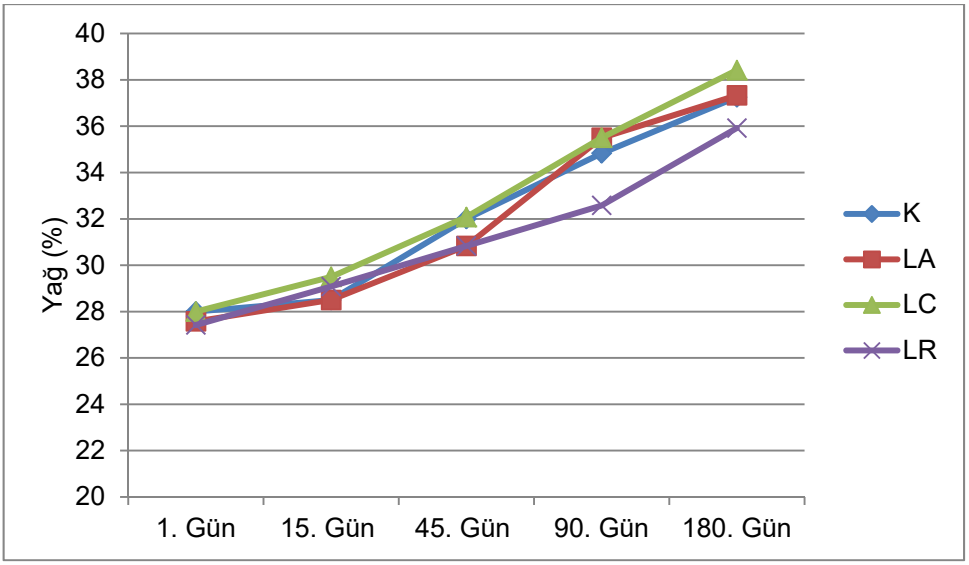
Çizelge 4.7. Tulum peyniri yağ oranları (n=3)

Yağ (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	28.00±2.95^{Aa}	27.58±1.01^{Ab}	28.00±2.82^{Ac}	27.42±0.29^{Ad}
15. Gün	28.50±4.99^{Aa}	28.50±1.64^{Ab}	29.50±3.88^{Abc}	29.08±1.38^{Acd}
45.Gün	32.00±4.50^{Aa}	30.83±1.94^{Ab}	32.08±4.47^{Aabc}	30.83±1.38^{Abc}
90. Gün	34.83±5.65^{Aa}	35.50±1.80^{Aa}	35.50±3.27^{Aab}	32.58±0.95^{Ab}
180. Gün	37.25±6.76^{Aa}	37.33±3.25^{Aa}	38.42±2.92^{Aa}	35.92±1.38^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.7 incelendiğinde Depolama süresince K Tulum peynirinin yağ oranlarındaki istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) değilken, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin yağ oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.4 incelendiğinde Tulum peynirlerinin yağ oranlarında 180 günlük depolama süresince bir artış gözlemlenmektedir. LR Tulum peynirinin yağ miktarındaki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur. Deri Tulum peynirlerinde depolama süresince su kaybıyla birlikte % kuru madde oranı artmış buna paralel olarak da % yağ oranlarında artış olmuştur.



Şekil 4.4. Tulum peyniri yağ oranlarının depolama süresince değişimi

Tulum peynirleri üzerinde yapılan birçok araştırmada, araştırmacılar depolama süresince Tulum peynirlerinin yağ oranlarında bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Koca, 1996; Hayaloglu ve ark., 2007; Aslaner, 2008; Oluk, 2013).

Süt yağı, tam yağlı peynirlerde toplam kuru maddenin yarısına yakınını oluşturduğundan dolayı peynir randımanını artırmaktadır (Mistry, 2001). Birçok peynir çeşitinde tipik aromanın gelişebilmesi için kuru maddede yağ oranının en az % 40-50 olması gerekmektedir (Üçüncü, 2008).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (2015), peynirlerin yağ oranına göre sınıflandırılması kuru maddede % yağ miktarı esas alınarak yapılmıştır. Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen kuru maddede yağ oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.8'de ve bu değerlerle oluşturulan sütun grafiği hata çubuklarıyla birlikte Şekil 4.5'te verilmiştir.

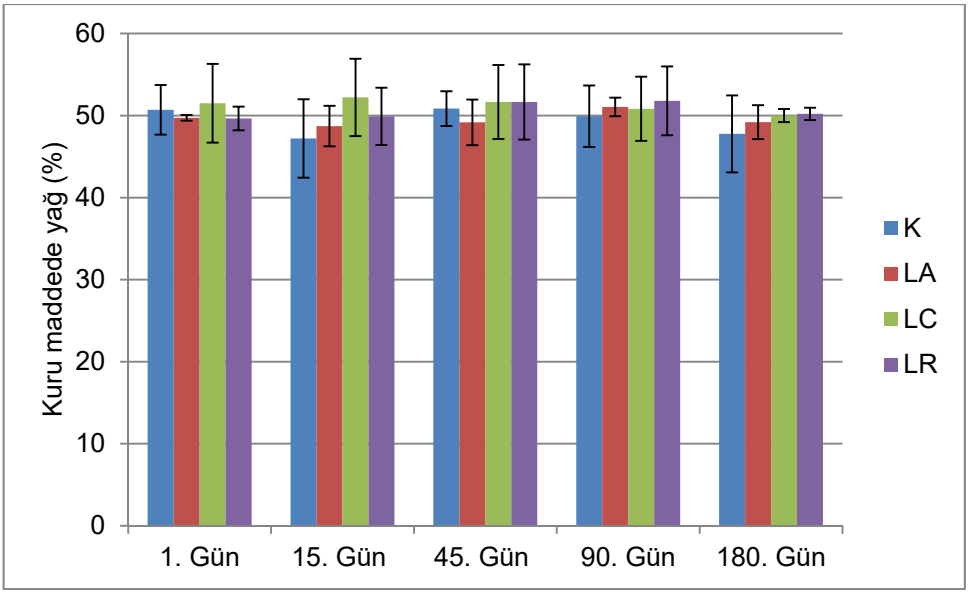
Çizelge 4.8. Tulum peyniri kuru maddede yağ oranları (n=3)

KM Yağ (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	50.70±3.02^{Aa}	49.72±0.35^{Aa}	51.50±4.80^{Aa}	49.65±1.44^{Aa}
15. Gün	47.21±4.78^{Aa}	48.72±2.47^{Aa}	52.22±4.71^{Aa}	49.90±3.50^{Aa}
45.Gün	50.85±2.12^{Aa}	49.17±2.78^{Aa}	51.66±4.51^{Aa}	51.66±4.58^{Aa}
90. Gün	49.92±3.74^{Aa}	51.06±1.13^{Aa}	50.82±3.91^{Aa}	51.79±4.19^{Aa}
180. Gün	47.77±4.69^{Aa}	49.20±2.07^{Aa}	50.00±0.80^{Aa}	50.21±0.75^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.8 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kuru maddede yağ oranları (%) arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin kuru maddede yağ (%) oranları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

Şekil 4.5 incelendiğinde farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kuru maddede yağ oranları (%) birbirlerine yakın çıkmıştır ve depolama süresince bu değerler yaklaşık % 50 olmuştur. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda Tulum peyniri örneklerinin tamamı Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne (2015) göre tam yağlı peynir sınıfında yer almışlardır.



Şekil 4.5. Tulum peyniri kuru maddede yağ değerlerinin depolama süresince değişimi

4.4.1.5. Tulum Peynirlerinin Protein ve Kuru Maddede Protein Oranları

Peynirin insan beslenmesindeki önemli bir rolü, yüksek miktarda biyolojik yönden değerli proteinleri içermesinden kaynaklanmaktadır (Akalın, 2011). Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde saptanan protein oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.9'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.

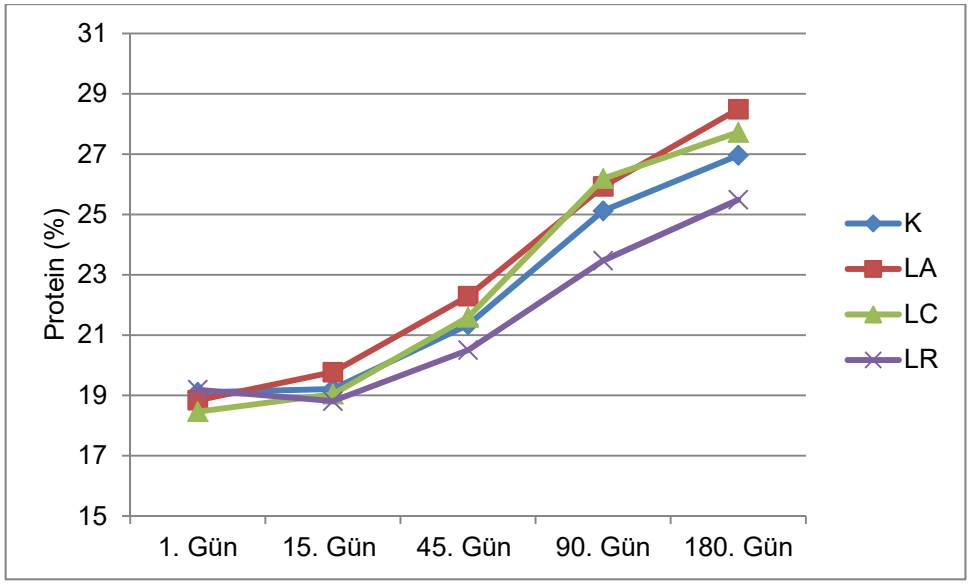
Çizelge 4.9. Tulum peyniri protein oranları (n=3)

Protein (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	19.10±0.64^{Ac}	18.84±1.46^{Ac}	18.46±0.54^{Ac}	19.19±1.05^{Ab}
15. Gün	19.21±0.06^{Ac}	19.77±0.70^{Abc}	19.04±2.17^{Ac}	18.81±1.02^{Ab}
45.Gün	21.34±1.06^{Ab}	22.29±3.20^{Ab}	21.59±1.34^{Ab}	20.50±0.59^{Ab}
90. Gün	25.12±1.79^{Aa}	25.93±0.96^{Aa}	26.19±0.49^{Aa}	23.47±2.23^{Aa}
180. Gün	26.96±0.97^{ABa}	28.49±0.90^{Aa}	27.72±0.85^{Aa}	25.49±1.58^{Ba}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.9 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin protein oranları (%) arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin protein oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.6 incelendiğinde Tulum peynirlerinin protein oranlarında 180 günlük depolama süresince bir artış görülmüştür. 180 günlük depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin protein oranları birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin protein miktarındaki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur. Deri Tulum peynirlerinde depolama süresince su kaybıyla birlikte kuru madde oranı artmış buna paralel olarak da protein oranları artmıştır.



Şekil 4.6. Tulum peyniri protein oranlarının depolama süresince değişimi

Tulum peynirleri üzerinde yapılan birçok araştırmada, araştırmacılar depolama süresince Tulum peynirlerinin protein oranlarında bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Oluk, 2013; Demirtaş ve Coşkun, 2018).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde saptanan kuru maddede protein oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.10'da ve bu değerlerle oluşturulan sütun grafiği hata çubuklarıyla birlikte Şekil 4.7'de verilmiştir.

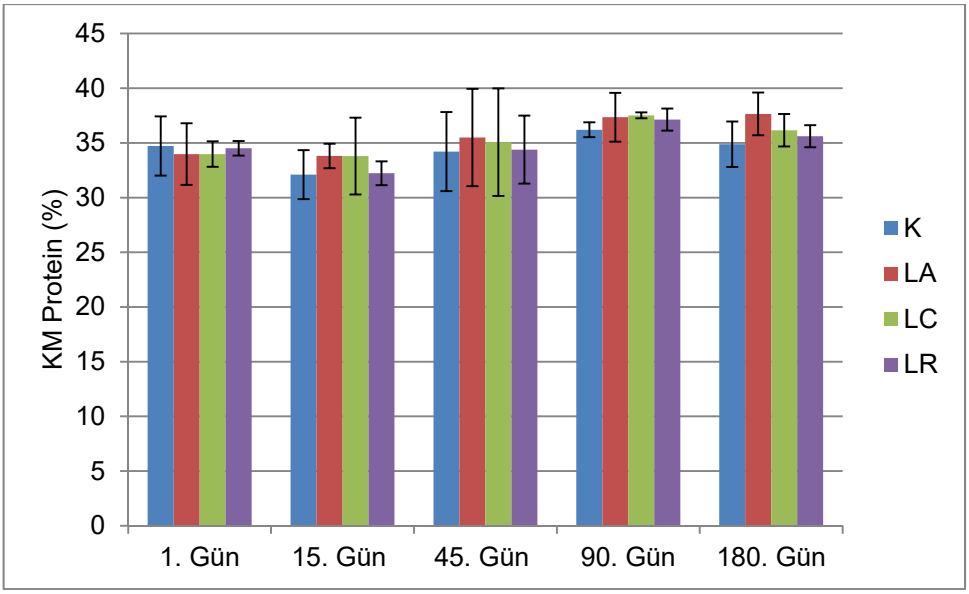
Çizelge 4.10. Tulum peyniri kuru maddede protein oranları (n=3)

KM Protein (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	34.72±2.71^{Aa}	33.98±2.82^{Aa}	33.98±1.17^{Aa}	34.51±0.67^{Aab}
15. Gün	32.10±2.24^{Aa}	33.81±1.12^{Aa}	33.80±3.51^{Aa}	32.23±1.09^{Ab}
45.Gün	34.21±3.61^{Aa}	35.49±4.45^{Aa}	35.07±4.91^{Aa}	34.39±3.11^{Aab}
90. Gün	36.20±0.68^{Aa}	37.35±2.23^{Aa}	37.52±0.27^{Aa}	37.13±1.01^{Aa}
180. Gün	34.88±2.08^{Aa}	37.65±1.95^{Aa}	36.16±1.48^{Aa}	35.61±1.01^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.10 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kuru maddede protein oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin kuru maddede protein oranları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) bulunmamış, LR Tulum peynirinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

Depolama süresince Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede % protein değerlerinde küçük dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Genel olarak 90. ve 180. gün kuru maddede % protein değerleri, 1., 15. ve 45. gün değerlerinden bir miktar daha yüksek belirlenmiştir. Depolama süresince K Tulum peynirleri ile LR Tulum peynirlerinin kuru maddede % protein değerleri birbirlerine daha yakın bulunmuştur.



Şekil 4.7. Tulum peyniri kuru maddede protein oranları

Oluk (2013), yapmış olduğu bir çalışmada, ekzopolisakkarit üreten (EPS +) ile ekzopolisakkarit üretmeyen (EPS -) yarım yağlı ve EPS (-) tam yağlı Tulum peynirlerini 90 gün süreyle depolamıştır. Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede % protein değerlerinin depolama süresince arttığını belirtmiştir.

4.4.1.6. Tulum Peynirlerinin Tuz ve Kuru Maddede Tuz Oranları

Peynir üretiminde tuzlama işlemi; peynire tat vermek (Üçüncü, 2008; Koçak ve ark., 2011), peynirin yapı ve dokusunu düzeltmek, asitliğini ve mikroflorasını ayarlamak, olgulaşmasını yönlendirmek ve dayanıklılığını arttırmak amacıyla yapılır (Üçüncü, 2008). Tuz konsantrasyonu peynirde proteolizi etkileyen önemli parametrelerden biridir (Pavia ve ark., 2000).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen tuz oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.11'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.8'de verilmiştir.

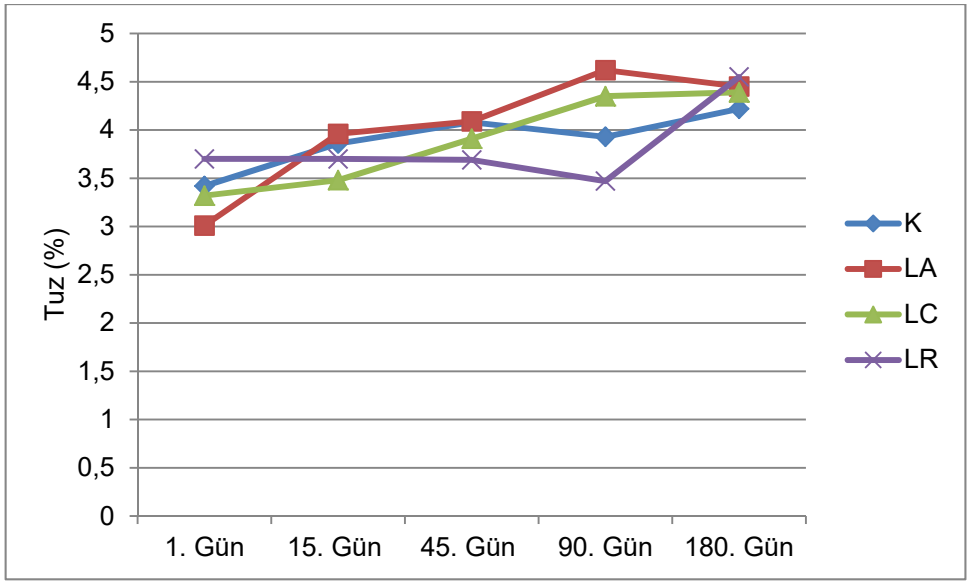
Çizelge 4.11. Tulum peyniri tuz oranları (n=3)

Tuz (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	3.42±0.59^{Aa}	3.01±0.80^{Ab}	3.32±0.08^{Aa}	3.70±0.15^{Aa}
15. Gün	3.86±0.64^{Aa}	3.96±0.24^{Aab}	3.48±0.72^{Aa}	3.70±0.60^{Aa}
45.Gün	4.08±0.44^{Aa}	4.09±0.49^{Aa}	3.91±0.76^{Aa}	3.69±0.91^{Aa}
90. Gün	3.93±0.77^{Aa}	4.62±0.51^{Aa}	4.35±0.95^{Aa}	3.47±1.23^{Aa}
180. Gün	4.22±0.04^{Aa}	4.45±0.45^{Aa}	4.39±0.57^{Aa}	4.55±0.44^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.11 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin tuz oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince LA Tulum peynirinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmesine rağmen K, LC ve LR Tulum peynirlerinin tuz oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

Şekil 4.8 incelendiğinde Tulum peynirlerinin tuz oranlarında, 180 günlük depolama süresince meydana gelen düzensiz dalgalanmalarla birlikte genel bir artış olmuştur. 180 günlük depolama süresince Tulum peynirlerinin suda çözünen tuz içeriğinin bir kısmı derilerden suyun süzülmesiyle peynirden uzaklaşmıştır. Fakat genel olarak deri Tulum peynirlerinden depolama süresince buharlaşarak ayrılan su kaybıyla birlikte, kuru madde oranları artmış, buna paralel olarak da Tulum peynirlerinin tuz oranları artmıştır.



Şekil 4.8. Tulum peyniri tuz oranlarının depolama süresince değişimi

Birçok araştırmacı tarafından, farklı peynirlerde olgunlaşma süresince tuz oranlarının arttığı bildirilmektedir (Şahan ve ark, 1996; Evrensel ve ark, 1998; Yüzbaşı ve Uraz, 2000; Güven ve ark, 2006; Anka ve ark., 2008; Tuncel ve ark, 2008; Karami ve ark., 2009; Sulejmani ve ark, 2014; Kondyli ve ark., 2016).

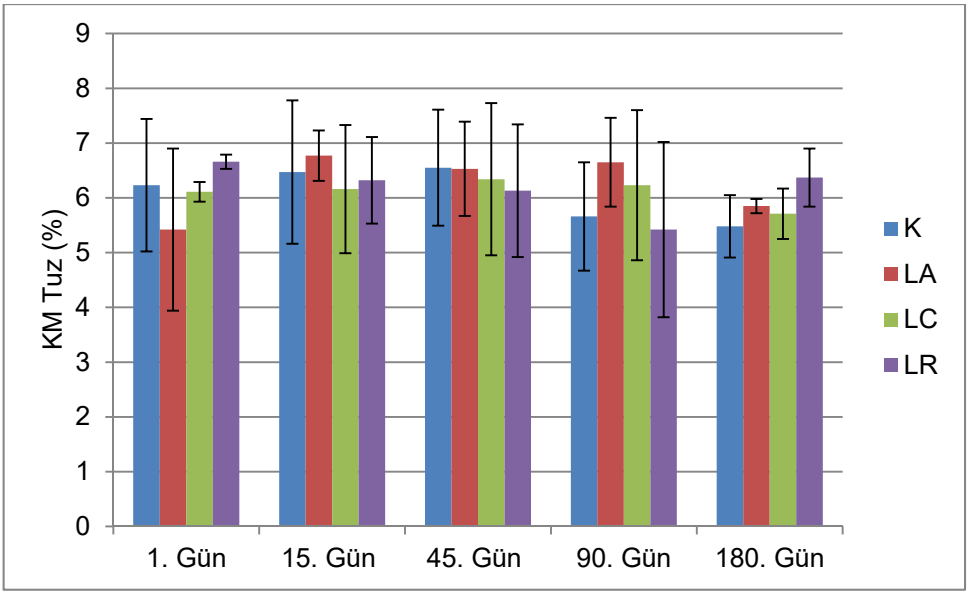
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen kuru maddede tuz oranları (%) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.12'de ve bu değerlerle oluşturulan sütun grafiği hata çubuklarıyla birlikte Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tulum peyniri kuru maddede tuz oranları (n=3)

KM Tuz (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	6.23±1.21^{Aa}	5.42±1.48^{Aa}	6.11±0.18^{Aa}	6.66±0.13^{Aa}
15. Gün	6.47±1.31^{Aa}	6.77±0.46^{Aa}	6.16±1.17^{Aa}	6.32±0.79^{Aa}
45.Gün	6.55±1.06^{Aa}	6.53±0.86^{Aa}	6.34±1.39^{Aa}	6.13±1.21^{Aa}
90. Gün	5.66±0.99^{Aa}	6.65±0.81^{Aa}	6.23±1.37^{Aa}	5.42±1.60^{Aa}
180. Gün	5.48±0.57^{Aa}	5.85±0.13^{Aa}	5.71±0.46^{Aa}	6.37±0.53^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.12 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kuru maddede tuz oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin kuru maddede tuz oranları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) belirlenmemiştir.



Şekil 4.9. Tulum peyniri kuru maddede tuz oranları

Depolama süresince Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede tuz oranlarında küçük dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Hata çubukları da göz önünde bulundurulduğunda Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede tuz oranları depolama süresince yaklaşık % 6 olarak belirlenmiştir.

4.4.1.7. Tulum Peynirlerinin Kül Oranları

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen kül oranları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.13'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir.

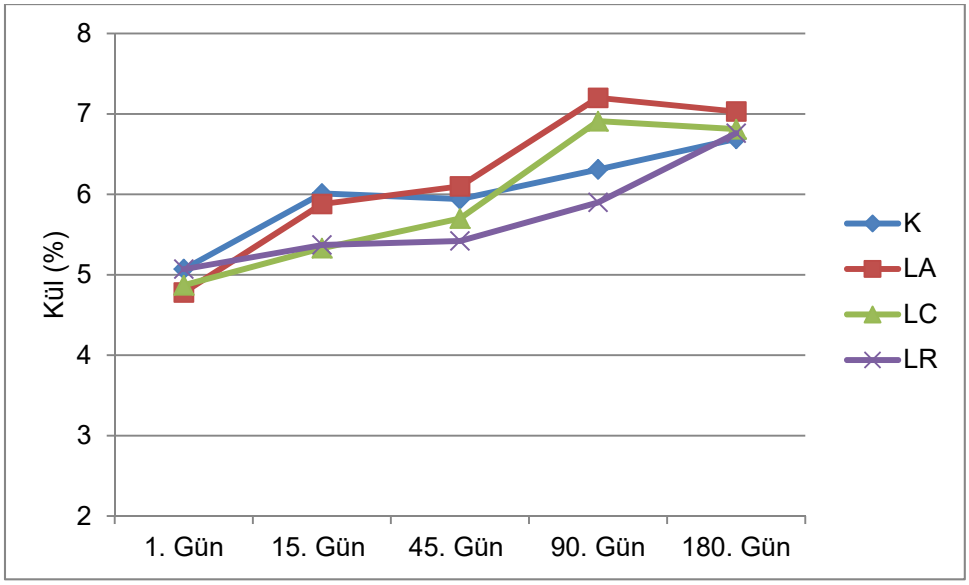
Çizelge 4.13. Tulum peynirlerinin kül oranları (n=3)

Kül (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	5.07±0.51^{Ab}	4.78±0.73^{Ac}	4.87±0.56^{Ab}	5.07±0.34^{Ab}
15. Gün	6.01±1.06^{Aab}	5.88±0.39^{Ab}	5.33±1.05^{Aab}	5.37±0.47^{Ab}
45.Gün	5.94±0.36^{Aab}	6.10±0.53^{Aab}	5.70±0.73^{Aab}	5.42±0.64^{Ab}
90. Gün	6.31±0.85^{Aab}	7.20±0.46^{Aa}	6.91±1.14^{Aa}	5.90±1.04^{Aab}
180. Gün	6.69±0.95^{Aa}	7.03±0.81^{Aa}	6.81±0.93^{Aa}	6.76±0.14^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.13 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kül oranları (%) arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tamamının kül oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.10 incelendiğinde Tulum peynirlerinin kül oranlarında depolama süresince bir artış görülmüştür. Bu süreçte peynir örneklerindeki kül miktarının artışı büyük oranla kuru madde artışından kaynaklanmaktadır. Peynir örneklerinin tuz miktarları, kül miktarlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Şekil 4.8 ve Şekil 4.10 karşılaştırıldığında, kül miktarının, tuz miktarından önemli ölçüde etkilendiği daha net görülmektedir.



Şekil 4.10. Tulum peyniri kül oranlarının depolama süresince değişimi

4.4.1.8. Tulum Peynirlerinin Penetrometre (Pıhtı Sıkılığı) Değerleri

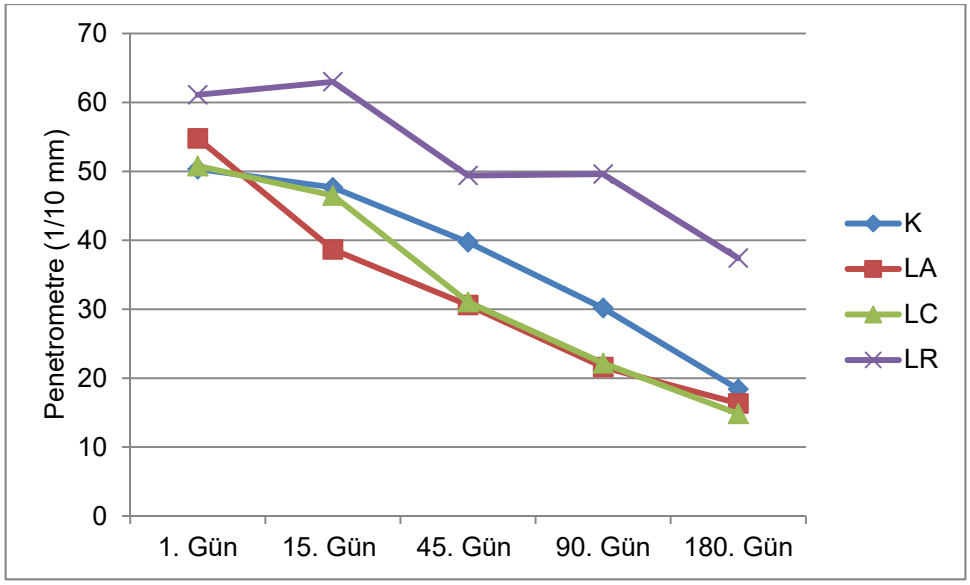
Pıhtı sıkılığı analizi, Tulum peyniri örneklerinde depolama süresince meydana gelen yapısal değişikliği belirlemek amacıyla, 95.5 g ağırlığındaki konik başlığın peynir kitlesine 5 saniye süre ile batma derinliği ölçülerek yapılmıştır. Bu yüzden peynir yapısı sıkılaştıkça batma derinliği azaldığı için örneklerin penetrometre değerleri düşmektedir. Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen penetrometre değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.14'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Tulum peyniri penetrometre değerleri (n=3)

Penetrometre (1/10mm)	K	LA	LC	LR
1. Gün	50.33±12.72^{Aa}	54.78±5.96^{Aa}	50.78±10.03^{Aa}	61.11±12.94^{Aa}
15. Gün	47.67±12.39^{Aab}	38.67±7.69^{Ab}	46.50±8.62^{Aa}	63.00±18.61^{Aa}
45.Gün	39.72±15.17^{Aab}	30.61±6.47^{Abc}	31.05±1.25^{Ab}	49.39±13.81^{Aa}
90. Gün	30.17±19.96^{Aab}	21.61±1.60^{Acd}	22.17±4.47^{Abc}	49.61±20.34^{Aa}
180. Gün	18.41±2.00^{Ab}	16.34±3.30^{Ad}	14.83±3.54^{Ac}	37.42±16.85^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.14 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin penetrometre değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin penetrometre değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuş, fakat LR Tulum peyniri örneklerinin penetrometre değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.11. Tulum peyniri penetrometre değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.11 incelendiğinde Tulum peyniri örneklerinin penetrometre değerlerinde, peynirler sıkılaştığı için, sürekli bir düşüş gözlemlenmiştir. K, LA ve LC Tulum peyniri örneklerinin penetrometre değerleri depolama süresince birbirine yakın olmuştur. LR Tulum peyniri örneklerinin penetrometre değerleri ise depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinden yüksek olmuştur. LR Tulum peynirlerinin yapısı depolama süresince belirgin şekilde K, LA ve LC Tulum peynirlerinden daha az sıkılıkta olmuştur. Bu durumun peynirlerin kuru madde oranları ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.4.1.9. Tulum Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Değerleri

Lipazların hidrolitik aktivitesi sonucu meydana gelen Serbest yağ asitleri (Hayaloğlu ve Özer, 2011), süt ürünlerinin birçoğunda arzu edilmediği halde, diğer bileşenlerle beraber karakteristik peynir aromasını oluşturdukları için bu asitlerin oluşumu bazı peynir çeşitlerinde arzu edilmektedir (Kılıç, 2014). Peynirin kendine özgü tat ve aroma özelliklerinin gelişmesinde önemli bir parametre olan serbest

yağ asitleri, bakteri, maya ve küflerin enzimatik faaliyeti sonucunda oluşmaktadır (Kılıç, 2011). Çoğu peynir çeşidinde, serbest yağ asitleri önemli bir olgunluk parametresidir (Poveda ve ark., 2000; Katsiari ve ark., 2001; Guler ve Uraz, 2003; Georgala ve ark., 2005).

Yağlarda toplam serbest yağ asitleri genel olarak % oleik asit cinsinden belirtilmektedir (Nas ve ark., 2001). Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde % oleik asit cinsinden ölçülen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.15'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Tulum peyniri toplam serbest yağ asitleri değerleri (% oleik asit) (g/100g yağ) (n=3)

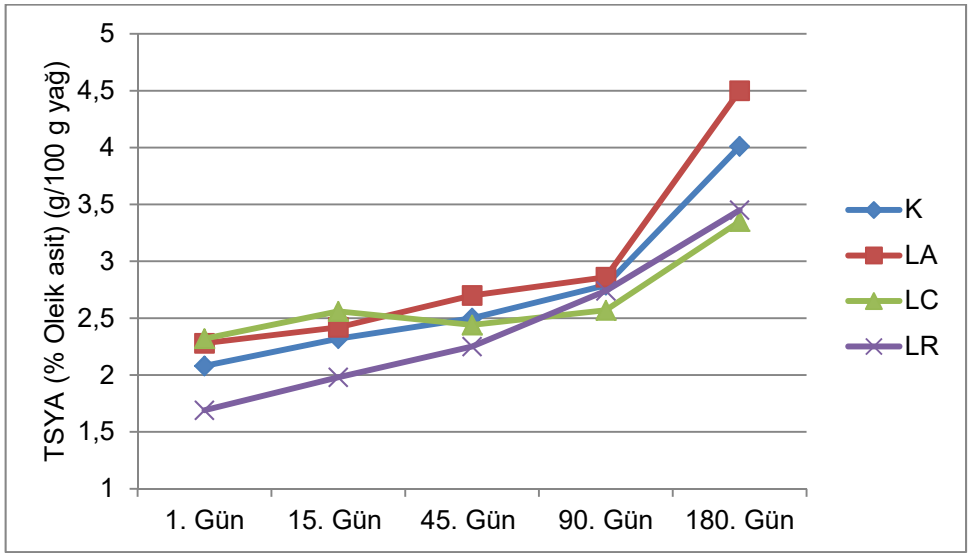
TSYA (g/100g yağ)	K	LA	LC	LR
1. Gün	2.08 ± 0.11^{ABa}	2.28 ± 0.28^{Aa}	2.32 ± 0.10^{Aa}	1.69 ± 0.41^{Ba}
15. Gün	2.32 ± 0.39^{Aa}	2.42 ± 0.47^{Aa}	2.56 ± 0.16^{Aa}	1.98 ± 0.72^{Aa}
45.Gün	2.50 ± 1.07^{Aa}	2.69 ± 1.17^{Aa}	2.44 ± 0.39^{Aa}	2.25 ± 1.21^{Aa}
90. Gün	2.79 ± 1.58^{Aa}	2.86 ± 1.38^{Aa}	2.57 ± 0.97^{Aa}	2.74 ± 1.42^{Aa}
180. Gün	4.01 ± 3.19^{Aa}	4.50 ± 4.13^{Aa}	3.35 ± 2.05^{Aa}	3.45 ± 2.66^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.15 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin oleik asit (%) cinsinden belirlenen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerleri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş, depolamanın 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin oleik asit

(%) cinsinden belirlenen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) belirlenmemiştir.

Şekil 4.12 incelendiğinde Tulum peyniri örneklerinde % oleik asit cinsinden ölçülen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerlerinin sürekli artış gösterdiği gözlemlenmektedir. LC Tulum peyniri örnekleri depolamanın 1. gününde en yüksek toplam serbest yağ asitleri değerine sahipken, depolamanın 90. ve 180. günlerinde en düşük toplam serbest yağ asitleri değerlerine sahip olmuştur. Toplam serbest yağ asitleri değerlerinde en hızlı yükselişi LA Tulum peyniri örnekleri göstermekle birlikte K Tulum peyniri örnekleri 2. sırada yer almaktadır. Depolama sonunda laktik asit bakteri sayıları yüksek olan Tulum peyniri örneklerinin toplam serbest yağ asitleri değerleri, laktik asit bakteri sayıları düşük olan Tulum peyniri örneklerine göre daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durumun zayıf lipolitik etki gösteren laktik asit bakterilerinin (Hayaloğlu ve Özer, 2011) azalmasıyla, lipolitik aktivitesi nispeten daha yüksek olan mikroorganizmaların Tulum peynirinde daha rahat çoğalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Tulum peyniri toplam serbest yağ asitleri değerlerinin depolama süresince değişimi (% oleik asit) (g/100g yağ)

Farklı tür peynirler üzerine yapılan birçok araştımada, toplam serbest yağ asitleri miktarının depolama süresince artış gösterdiği bildirilmiştir (Ponce De Leon-Gonzales ve ark., 2000; Katsiari ve ark., 2001; Şahan ve ark., 2008; Say, 2008).

4.4.2. Tulum Peynirlerinin Proteolitik Özellikleri

Proteinlerin hidrolize edilmesi (proteoliz), peynirlerin olgunlaşması esnasında gerçekleşen en önemli değişimlerden biridir (Üçüncü, 2008).

Teknolojik açıdan starter kültürlerin bir işlevi olan proteoliz; mikroorganizmalar tarafından salgılanan proteolitik enzimlerle proteinlerin parçalanması, starter bakterilerin asit oluşturma işlevi ve ürünün duyusal özellikleri açısından önemlidir (Üçüncü, 2008). Genel olarak laktik asit bakterileri proteini iki aşamada parçalar. Birinci aşamada proteinler proteinazlarla polipeptidlere, ikinci aşamada polipeptidler peptidazlarla aminoasitlere parçalanır (Kılıç, 2014).

Bu bölümde Tulum peynirlerinin proteolitik özelliklerine ait bulgular yorumlanmış ve bu bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır.

4.4.2.1. Tulum Peynirlerinin Toplam Azot Değerleri

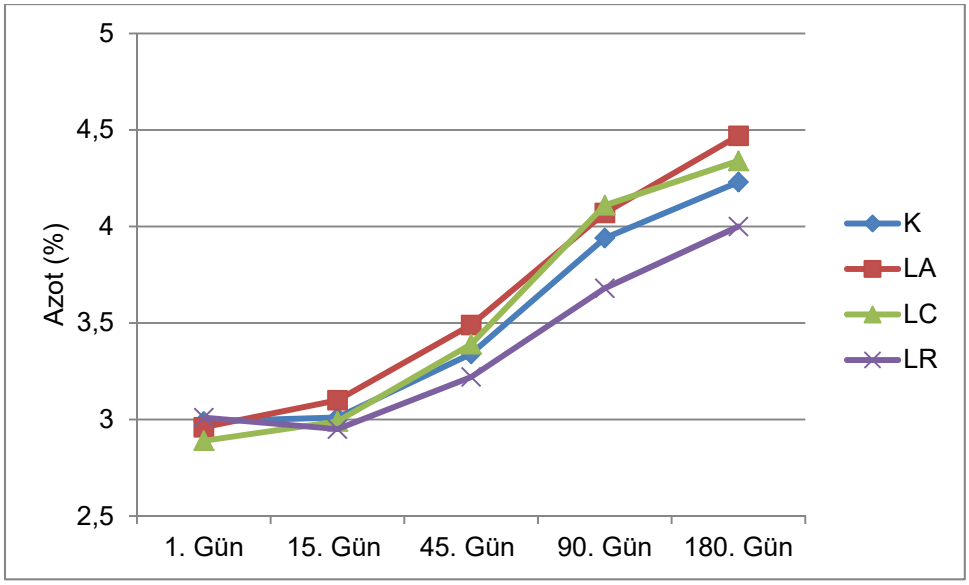
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen % azot değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.16'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. Tulum peyniri toplam azot değerleri (n=3)

Azot (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	2.99±0.10^{Ac}	2.96±0.23^{Ac}	2.89±0.09^{Ac}	3.01±0.17^{Ab}
15. Gün	3.01±0.01^{Ac}	3.10±0.11^{Abc}	2.99±0.34^{Ac}	2.95±0.16^{Ab}
45.Gün	3.34±0.17^{Ab}	3.49±0.50^{Ab}	3.39±0.21^{Ab}	3.22±0.09^{Ab}
90. Gün	3.94±0.28^{Aa}	4.07±0.15^{Aa}	4.11±0.08^{Aa}	3.68±0.35^{Aa}
180. Gün	4.23±0.15^{ABa}	4.47±0.14^{Aa}	4.34±0.13^{Aa}	4.00±0.25^{Ba}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.16 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin % azot değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tamamının % azot değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.13. Tulum peyniri toplam azot değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.13 incelendiğinde Tulum peynirlerinin azot (%) değerlerinde depolama süresince bir artış saptanmıştır. 180 günlük depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % azot değerleri birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin azot miktarındaki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur. Deri Tulum peynirlerinde depolama süresince su kaybıyla birlikte kuru madde oranı artmış buna paralel olarak da % azot oranlarında artış gerçekleşmiştir.

4.4.2.2. Tulum Peynirlerinin Suda Çözünen Azot (SÇA) ve Olgunlaşma Derecesi Değerleri

Suda çözünen azot değeri peynirde, proteoliz ve olgunlaşma derecesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Proteoz peptonları, peynir altı suyu proteinleri ve kazeinin parçalanması sonucu meydana gelen küçük ve orta molekül ağırlıklı peptitlerin toplamı suda çözünen protein olarak ifade edilmektedir (McSweeney ve Fox, 1997; Pavia ve ark., 2000). Türkiye ve dünyadaki birçok

peynir çeşidinde proteoliz; suda çözünen azot fraksiyonlarının toplam azotla arasındaki oransal değerler ile belirlenmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

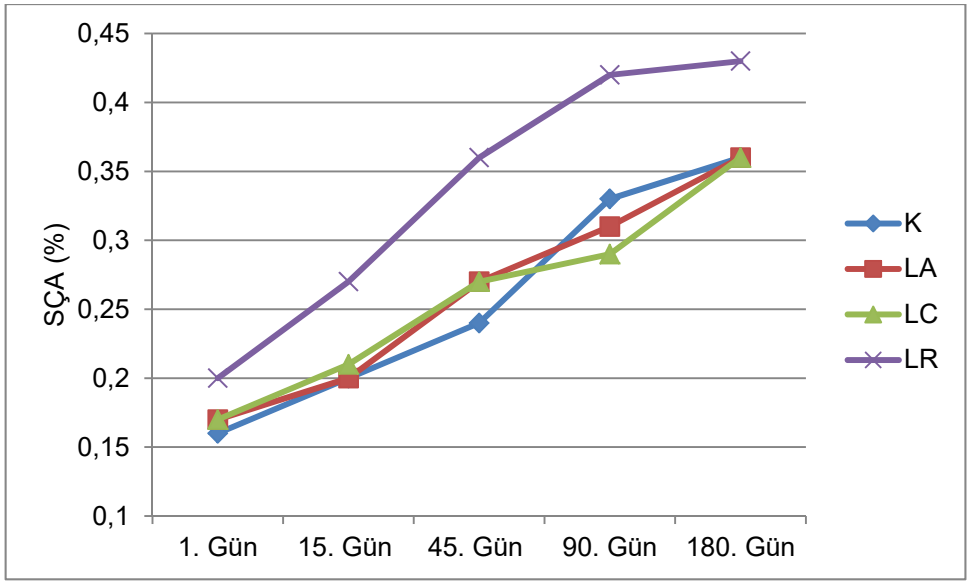
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen suda çözünen azot (%) değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.17'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.17. Tulum peyniri suda çözünen azot oranları (n=3)

SÇA (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.16 ± 0.05^{Aa}	0.17 ± 0.03^{Ac}	0.17 ± 0.02^{Ac}	0.20 ± 0.06^{Ab}
15. Gün	0.20 ± 0.06^{Aa}	0.20 ± 0.02^{Ac}	0.21 ± 0.03^{Ac}	0.27 ± 0.09^{Aab}
45.Gün	0.24 ± 0.06^{Ba}	0.27 ± 0.01^{ABb}	0.27 ± 0.03^{ABb}	0.36 ± 0.09^{Aab}
90. Gün	0.33 ± 0.14^{Aa}	0.31 ± 0.03^{Aab}	0.29 ± 0.03^{Ab}	0.42 ± 0.11^{Aa}
180. Gün	0.36 ± 0.19^{Aa}	0.36 ± 0.03^{Aa}	0.36 ± 0.02^{Aa}	0.43 ± 0.14^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.17 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin suda çözünen azot (%) değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) belirlenmemiş, 45. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) belirlenmiştir. Depolama süresince K Tulum peyniri örneklerinin suda çözünen azot (%) değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamış ($p>0.05$), LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin suda çözünen azot (%) değerlerindeki artış ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.14. Tulum peyniri suda çözünen azot değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.14 incelendiğinde, Tulum peynirlerinin (%) suda çözünen azot değerlerinde sürekli bir artış gözlemlenmektedir. Tulum peyniri örneklerinin (%) suda çözünen azot değerlerinde depolama süresince artış olmasının, su kaybı ile kuru maddedeki artış ve peynir örneklerindeki proteolizden kaynaklandığı düşünülmektedir. K, LA ve LC örneklerinin (%) suda çözünen azot değerleri depolama süresince birbirine yakın olmuştur fakat LR örneklerinin (%) suda çözünen azot değerleri depolama süresince diğer üç örneğin % SÇA değerlerinden, depolama sonuna doğru artan bir şekilde daha yüksek olmuştur.

Farklı tür peynirler üzerine yapılan birçok araştırmada depolama süresince suda çözünen azot miktarının arttığı belirtilmiştir (Tuncel ve ark., 2008; Güler-Akın ve ark., 2010; McMahon ve ark., 2014; Delgado ve ark., 2015; Juan ve ark., 2016; Kondyli ve ark., 2016; Ayyash ve ark., 2018).

Tulum peynirlerinin olgunlaşma dereceleri, suda çözünen azot değerinin toplam azot değerine oranıyla hesaplanmıştır. Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama

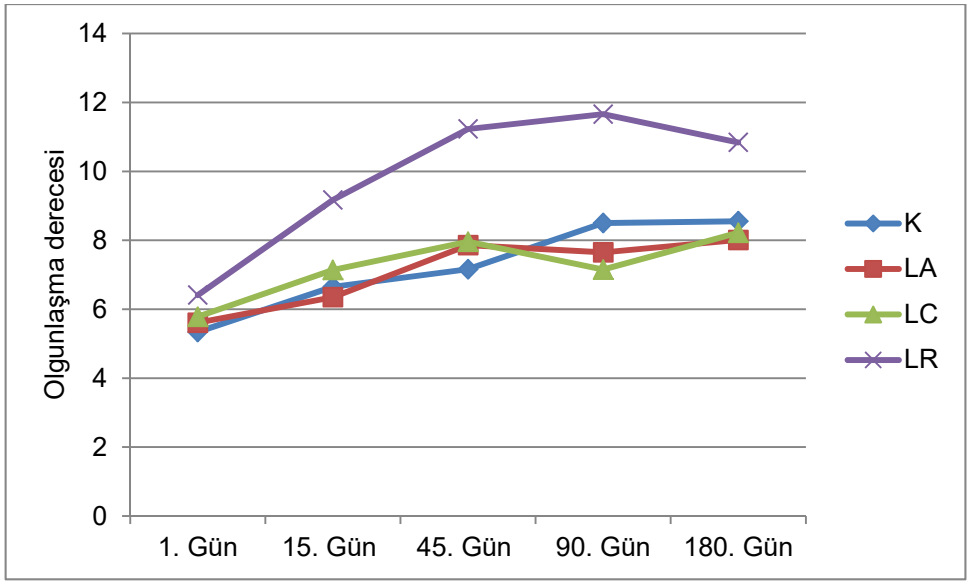
süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde hesaplanan olgunlaşma derecesi değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.18'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.18. Tulum peyniri olgunlaşma dereceleri (n=3)

O. D.	K	LA	LC	LR
1. Gün	5.34 ± 1.57^{Aa}	5.61 ± 0.76^{Ab}	5.78 ± 0.95^{Ab}	6.41 ± 1.75^{Aa}
15. Gün	6.65 ± 2.02^{Aa}	6.35 ± 0.51^{Aab}	7.14 ± 1.60^{Aab}	9.17 ± 3.46^{Aa}
45.Gün	7.16 ± 1.72^{Ba}	7.86 ± 1.37^{ABa}	7.96 ± 0.41^{ABa}	11.23 ± 2.93^{Aa}
90. Gün	8.50 ± 4.33^{Aa}	7.65 ± 1.15^{Aa}	7.15 ± 0.82^{Aab}	11.66 ± 4.13^{Aa}
180. Gün	8.55 ± 4.87^{Aa}	8.01 ± 0.95^{Aa}	8.22 ± 0.44^{Aa}	10.84 ± 3.86^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.18 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 45. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K ve LR Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma derecesi değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamış ($p>0.05$), LA ve LC Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.15. Tulum peyniri olgunlaşma derecelerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.15 incelendiğinde, Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi değerlerinde depolama süresince genel olarak bir artış gözlemlenmektedir. LR örneklerinin olgunlaşma derecesi değerleri depolama süresince diğer üç örneğin olgunlaşma derecesi değerlerinden daha yüksek olmuştur.

4.4.2.3. Tulum Peynirlerinin Kazein Azotu (%) Değerleri

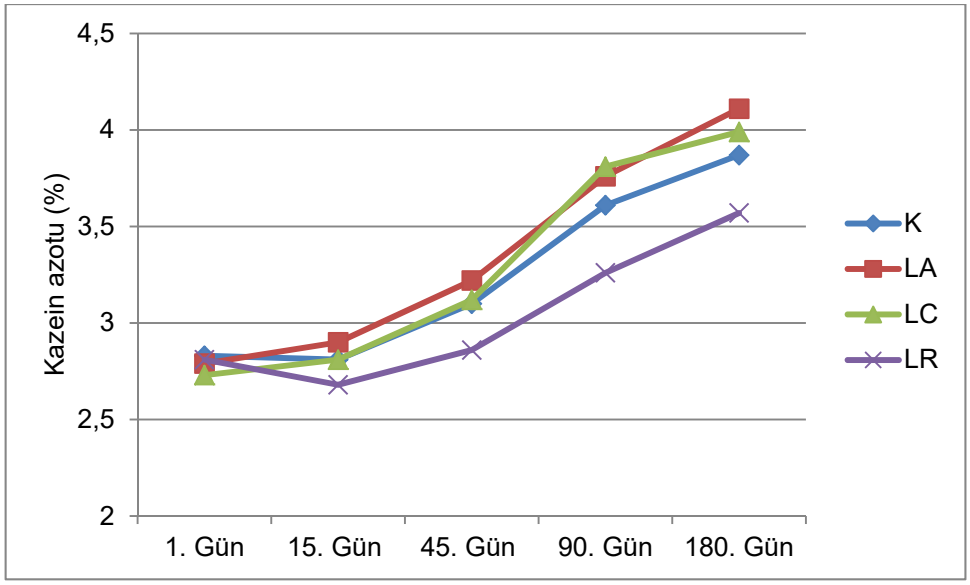
Tulum peynirinde % kazein azotu değerleri, toplam azot değerinden suda çözünen azot değerinin çıkarılması ile hesaplanmıştır. Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen % kazein azotu değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.19'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Tulum peyniri kazein azotu (%) değerleri (n=3)

Kazein azotu (%)	K	LA	LC	LR
1. Gün	2.83±0.09^{Ab}	2.79±0.20^{Ab}	2.73±0.11^{Ac}	2.81±0.20^{Abc}
15. Gün	2.81±0.06^{Ab}	2.90±0.11^{Ab}	2.81±0.33^{Abc}	2.68±0.24^{Ac}
45.Gün	3.10±0.15^{Ab}	3.22±0.51^{Ab}	3.12±0.19^{Ab}	2.86±0.16^{Abc}
90. Gün	3.61±0.42^{Aa}	3.76±0.19^{Aa}	3.81±0.10^{Aa}	3.26±0.45^{Aab}
180. Gün	3.87±0.34^{ABa}	4.11±0.17^{Aa}	3.99±0.14^{ABa}	3.57±0.33^{Ba}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.19 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kazein azotu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tamamının % kazein azotu değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur.



Şekil 4.16. Tulum peyniri kazein azotu (%) değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.16 incelendiğinde Tulum peynirlerinin % kazein azotu değerlerinde depolama süresince genel olarak bir artış belirlenmiştir. 180 günlük depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % kazein azotu değerleri birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin kazein azotu miktarındaki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur. Peynir örneklerinin depolama sürecinde meydana gelen proteoliz sonucu artan suda çözünen azot; kazein azotu miktarını azaltmasına rağmen Tulum peyniri örneklerinde depolama süresince su kaybıyla birlikte kuru madde oranı artmış, buna paralel olarak da kazein azotu oranlarında genel olarak bir artış belirlenlenmiştir.

4.4.2.4. Tulum Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Değerleri

Peynirlerin proteoliz sürecinin ilk aşamasında pıhtılaştırıcı enzimler vasıtasıyla kazein, büyük molekül ağırlıklı peptidlere, daha sonra mikrobiyel kaynaklı enzimler vasıtasıyla küçük molekül ağırlıklı peptidlere ardından peptidazlarla serbest aminoasitlere parçalanır (Üçüncü, 2008). Starter kültür ve

farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen toplam serbest aminoasit (mg Leu/g peynir) değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.20'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tulum peyniri toplam serbest aminoasit değerleri (mg Leu/g) (n=3)

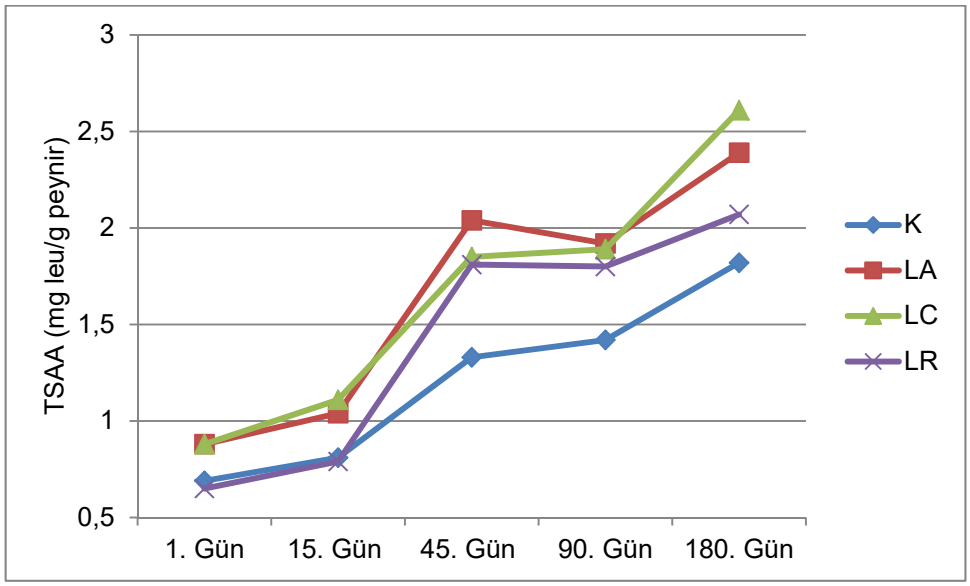
TSAA (mg Leu/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.69 ± 0.27^{Aa}	0.88 ± 0.40^{Ab}	0.88 ± 0.49^{Ac}	0.65 ± 0.34^{Ab}
15. Gün	0.81 ± 0.48^{Aa}	1.04 ± 0.47^{Ab}	1.11 ± 0.43^{Abc}	0.79 ± 0.48^{Ab}
45.Gün	1.33 ± 0.61^{Aa}	2.04 ± 0.42^{Aa}	1.85 ± 0.34^{Aab}	1.81 ± 0.33^{Aa}
90. Gün	1.42 ± 0.61^{Aa}	1.92 ± 0.58^{Aa}	1.89 ± 0.53^{Aab}	1.80 ± 0.26^{Aa}
180. Gün	1.82 ± 1.26^{Aa}	2.39 ± 0.20^{Aa}	2.61 ± 0.42^{Aa}	2.07 ± 0.90^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.20 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit (mg Leu/g peynir) değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) belirlenmemiştir. Depolama süresince K Tulum peynirinin toplam serbest aminoasit (mg Leu/g peynir) değerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) değilken, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit (mg Leu/g peynir) değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.17 incelendiğinde Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerlerinde genel olarak bir artış belirlenmiştir. Depolamanın 1. ve 15. günlerinde LA ve LC Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri birbirine çok yakın olmakla beraber K ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit

değerlerinden belirgin şekilde yüksek olmuştur. Depolamanın 15. gününden sonra LR Tulum peynirinin toplam serbest aminoasit değerleri keskin bir yükselişe geçerek 45. günde LC örneklerine yakınlaşmıştır. Depolamanın 90. gününde LA, LC ve LR örneklerinin toplam serbest aminoasit değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte K örneğinden gözle görülür şekilde yüksektir. Depolamanın 180. gününde ise net bir ayrışma ile en yüksek toplam serbest aminoasit değeri LC örneklerinde gözlemlenirken bunu sırasıyla LA ve LR Tulum peynirleri takip etmektedir.



Şekil 4.17. Tulum peyniri toplam serbest aminoasit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg Leu/g)

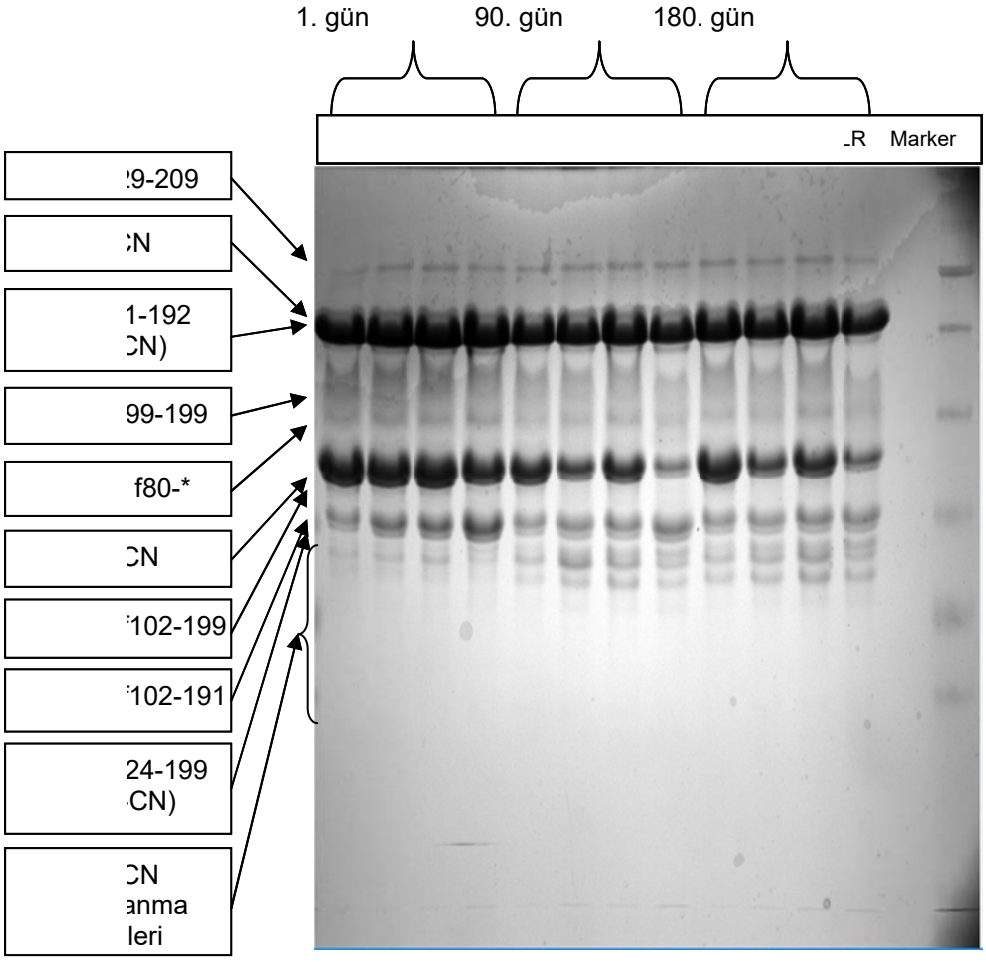
Farklı tür peynirlerin toplam serbest aminoasit değerlerinin ölçüldüğü birçok araştırmada, depolama süresince toplam serbest aminoasit değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir (Kandarakis ve ark., 2001; Awad, 2006; Karaca, 2007; Bontinis ve ark., 2012; Özcan ve Vapur, 2013; Juan ve ark., 2016).

4.4.2.5. Tulum Peynirlerinin Elektroforetik Özellikleri

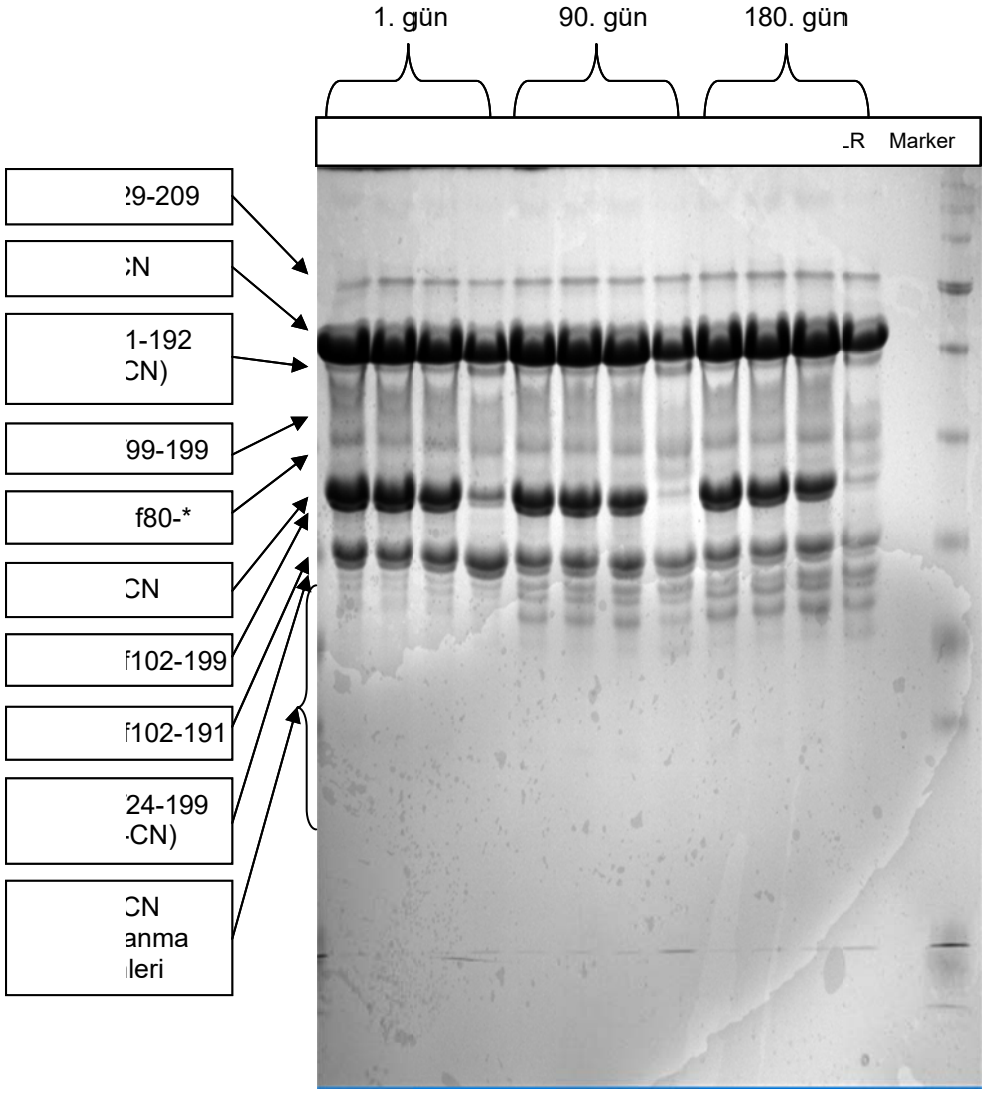
Elektroforez, proteinlerin iyon yüküne bağlı olarak elektriksel ortamda hareketini temel alan analiz tekniğidir. Bu teknikte moleküler hareketi proteinin sahip olduğu elektrik potansiyeli sağlar. Proteinlerin elektroforetik ayırımında, net elektrik yüklerindeki farklılıklarından ve molekül boyutlarından yararlanılır (Hayaloğlu ve ark., 2011).

Elektroforetik yöntemler; peynirde kazeinin parçalanması sonucu oluşan fraksiyonların izlenerek peynirin proteoliz düzeyinin belirlenmesi amacıyla sıklıkla kullanılan uygulamalardır (Tuncel ve ark., 2010).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 90. ve 180. günlerinde suda çözünmeyen kazein fraksiyonlarının elektroforetogramları Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.18. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramları (1. üretim)



Şekil 4.19. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramları (2. üretim)

Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da, depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin elektroforetogram bantları karşılaştırıldığında, bantlardaki dağılımın birbirinden farklı olduğu ve LR Tulum peyniri örneklerinde kazein hidrolizinin diğerlerinden

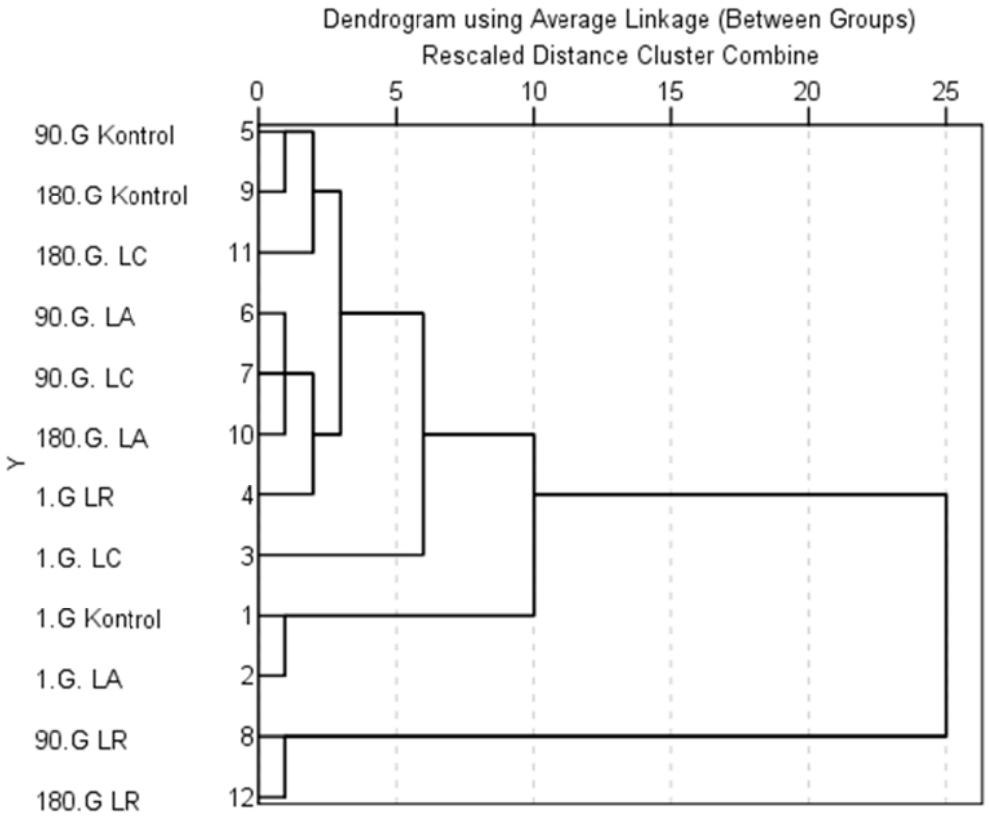
belirgin şekilde ayrıldığı görülmektedir. Depolamanın 1. gününde bu farklılıkların oluşması, starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürlerinin süte ilavesiyle üretilen telemenin derilere basılması ve Tulum peynirlerinin 7 gün ön olgunlaştırılması sürecinde kazein hidrolizinin devam etmesinden kaynaklanmaktadır. Depolamanın 90. gününe kadar kazein hidrolizi hızlı bir şekilde devam etmiş; β-kazein ve α_{s1}-kazein parçalanmıştır. Bu süreçte de LR Tulum peyniri örneklerindeki kazein hidrolizi belirgin şekilde diğerlerinden daha fazla olmuştur. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar kazein hidrolizi nispeten daha yavaş ilerlemiştir.

Tulum peyniri örneklerinde α_{s1}-kazein miktarı depolamanın 90. gününe kadar hızla azalmış daha sonra azalmamıştır. α_{s1}-Kazein miktarındaki en fazla düşüşü LR örneği, en az düşüşü ise kontrol örneği göstermiştir. Moatsou ve ark. (2002), Feta peynirinin proteoliz aşamasını inceledikleri bir çalışmada, 120 gün depolama süresince α_{s1}-kazein parçalanma oranının arttığını belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı, peynirde depolama süresince α_{s1}-kazein oranının azaldığını belirtmişlerdir (Tang ve ark., 2005; Sienkiewicz ve ark., 2006; Enab ve ark., 2012; Juan ve ark., 2016; Kalit ve ark., 2016).

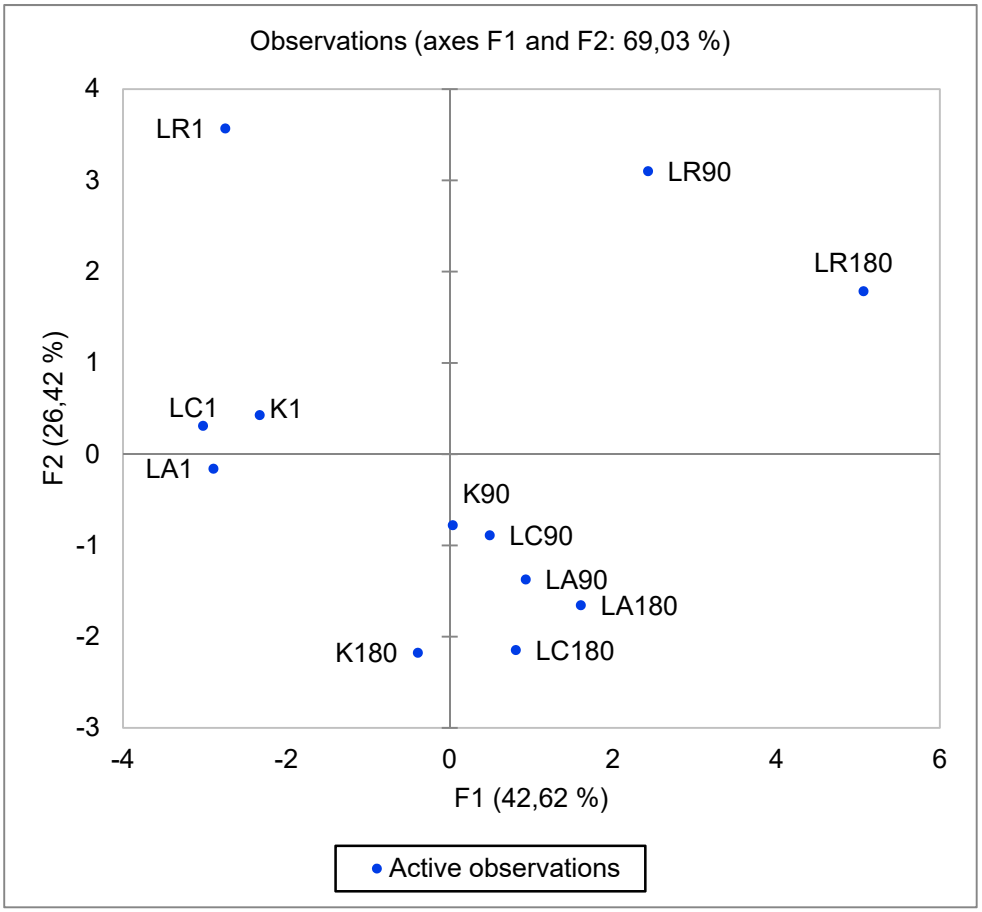
K, LA ve LR Tulum peyniri örneklerinde β-kazein miktarı depolamanın 90. gününe kadar azalmıştır. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar LA ve LR örneklerinde β-kazein miktarındaki azalma yavaşlayarak devam etmiş, K örneğinde ise durmuştur. Depolama süresince LC örneğinin β-kazein miktarında azalma gözlemlenmemiştir. Hayaloglu ve ark. (2005), üretiminde farklı starter kültürler kullanılan Beyaz peynirlerde depolamanın 30. gününden itibaren α_{s1}-kazeinin parçalanmaya başladığını, β-kazeinin ise α_{s1}-kazeine oranla parçalanmaya karşı daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Peynirde α_{s1}-kazein parçalanması β-kazein parçalanmasından daha hızlı gerçekleşmektedir (Al-Otaibi ve Wilbey, 2006; Guven ve ark., 2006).

Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki elektroforetogramların optik dansite değerlerinin ortalamasıyla oluşturulan, dendrogram ve temel bileşen analiziyle

(Principle Companent Analyses, PCA) belirlenen Tulum peyniri örneklerinin analitik düzlemdeki konumları (active observations grafiği) sırasıyla Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramlarının optik dansite değerlerinin ortalamasıyla oluşturulan dendrogramı



Şekil 4.21. Tulum peynirlerinin depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde saptanan elektroforetogramlarının optik dansite değerleri ortalamalarının temel bileşen analiziyle (Principle Companent Analyses, PCA) belirlenen analitik düzlemdeki konumları

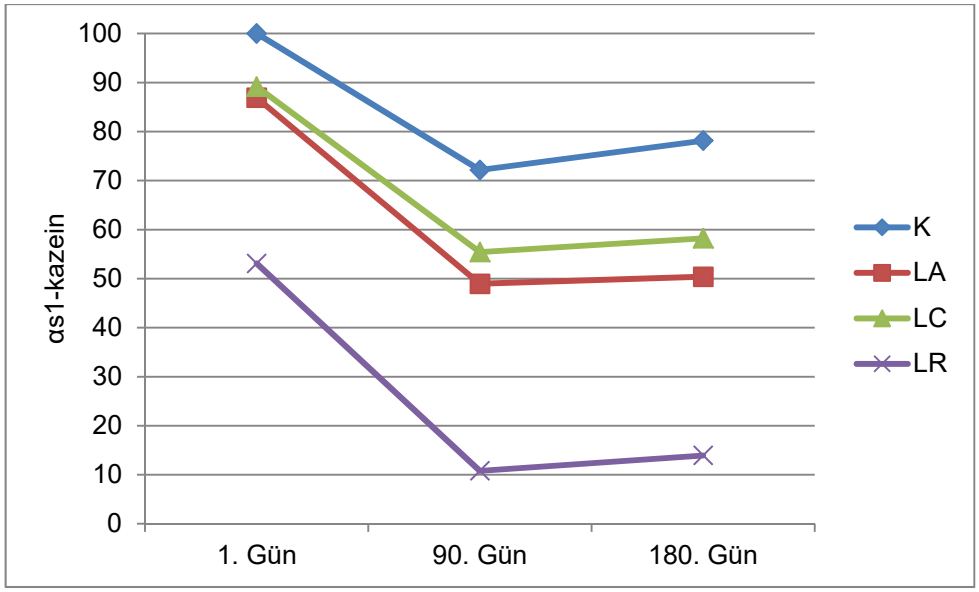
Şekil 4.20 ve Şekil 4.21 incelendiğinde, depolamanın 1. gününde K, LA ve LC Tulum peynirleri örneklerinin elektroforetogram görüntüleri birbirlerine benzer bulunmuş, LR Tulum peyniri örneğinin elektroforetogram görüntüsü ise nispeten diğer üç peynirden daha farklı olmuştur. Depolamanın 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirleri örneklerinin elektroforetogram görüntüleri arasındaki farklılık artmakla birlikte, depolama süresince K, LA ve LC birbirine yakın LR ise belirgin şekilde uzak olmuştur.

Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki elektroforetogramların α_{s1}-kazein ve β-kazein optik dansite değerleri ortalamaları 100 üzerinden Çizelge 4.21'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafikleri sırasıyla Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.21. Tulum peyniri elektroforetogramlarının dansitometrik sonuçları (n=2)

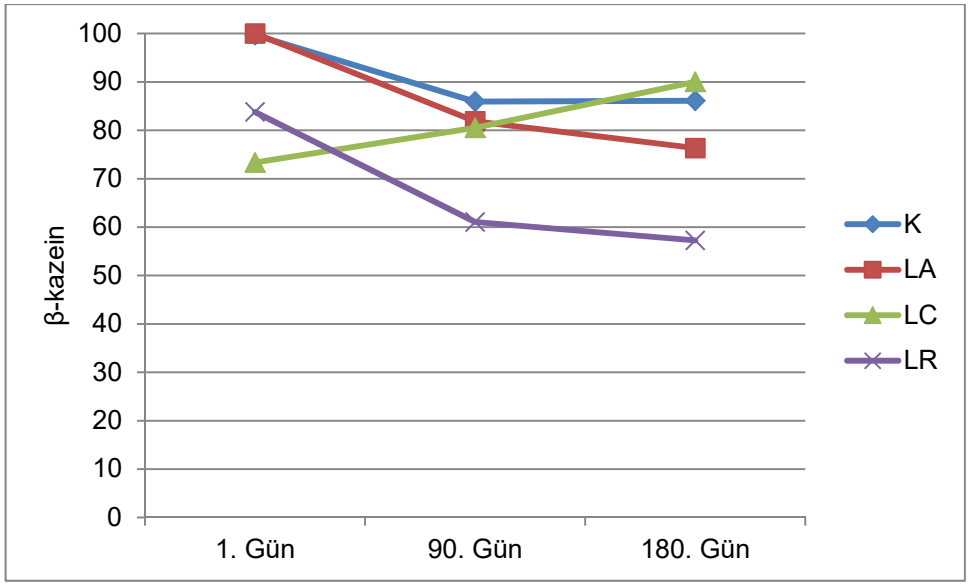
Peynirler	Günler	α_{s1}-kazein	β-kazein
K	1	100.00	99.68
	90	72.15	85.93
	180	78.14	86.10
LA	1	86.90	100.00
	90	48.94	81.87
	180	50.38	76.33
LC	1	89.16	73.35
	90	55.42	80.52
	180	58.23	90.02
LR	1	53.09	83.79
	90	10.79	61.04
	180	13.93	57.24

Çizelge 4.21 incelendiğinde depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin α_{s1}-kazein ve β-kazein oranları birbirlerinden farklıdır. Depolamanın 1. gününde en yüksek α_{s1}-kazein ve β-kazein oranına sırasıyla K ve LA örnekleri, en düşük α_{s1}-kazein ve β-kazein oranına ise sırasıyla LR ve LC örnekleri sahiptir. Depolamanın 90. ve 180 günlerinde α_{s1}-kazein bakımından bu sıralama değişmemiştir. Depolamanın 90. gününde en yüksek β-kazein oranı K örneğinde, 180. gün ise LC örneğinde belirlenmiştir. Depolamanın 90. ve 180. günlerinde en düşük β-kazein oranı LR örneğinde belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Depolama süresince Tulum peynirlerinde saptanan α_{s1}-kazein oranları

Şekil 4.22 incelendiğinde Tulum peyniri örneklerinin tamamında depolamanın 90. gününe kadar α_{s1}-kazein oranının azaldığı, 90. günden 180. güne kadar ise çok az miktarda arttığı belirlenmiştir. Depolama süresince α_{s1}-kazein oranındaki en belirgin azalışın LR Tulum peyniri örneklerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.23. Depolama süresince Tulum peynirlerinde saptanan β-kazein oranları

Şekil 4.23 incelendiğinde depolamanın 90. gününe kadar K, LA ve LR örneklerinin β-kazein oranları azalmıştır. 90. günden 180. güne kadar LA ve LR örneklerinin β-kazein oranlarında nispeten daha yavaş bir şekilde azalma devam etmiştir. 180 günlük depolama süresince LC örneğinin β-kazein oranı artmıştır.

Ong ve ark., (2006) Cheddar peynirlerinin 4°C'de 6 aylık depolama süresince proteolitik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında üç farklı Cheddar peyniri üretmişlerdir. İlk üretimde sadece starter Laktokok (Batch 1), ikincisinde Lactokok ile birlikte *Lactobacillus acidophilus* 4962, *Lactobacillus casei* 279, *Bifidobacterium longum* 1941 (Batch 2), üçüncü parti üretimde ise Lactokok ile beraber *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10, *Lactobacillus paracasei* LAFTI® L26 ve *Bifidobacterium lactic* LAFTI® B94 (Batch 3) birlikte kullanılmıştır. Araştırmada α_s-kazein hidrolizinin β-kazein hidrolizinden daha fazla olduğu ve en fazla α_s-kazein hidrolizinin Batch 3, en az α_s-kazein hidrolizinin ise Batch 1 örneğinde gerçekleştiği vurgulanmıştır.

Ong ve ark., (2007) Cheddar peynirlerinin 4°C'de 6 aylık depolama süresince proteolitik özelliklerini inceledikleri başka bir çalışmada yedi farklı Cheddar peyniri üretmişlerdir. Yedi farklı üretimde de starter kültür olarak *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* strain 227 ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* strains 223 kullanmışlardır. İlk üretimde sadece starter kültür (Batch 1) diğer altı üretimde starter kültürle birlikte sırasıyla *B. longum* 1941 (Batch 2), *B. lactis* LAFTI® B94 (Batch 3), *L. casei* 279 (Batch 4), *L. paracasei* LAFTI® L26 (Batch 5), *L. acidophilus* 4962 (Batch 6) ve *L. acidophilus* LAFTI® L10 (Batch 7) kullanılmıştır. Araştırmada α_s-kazein hidrolizinin β-kazein hidrolizinden daha fazla olduğu ve en fazla α_s-kazein hidrolizinin sırasıyla Batch 5 ve Batch 4 peynirlerinde gerçekleştiği bunların ardından Batch 6 ve Batch 7 peynirlerinin geldiği belirtilmiştir.

Başyiğit-Kılıç ve ark., (2009) probiyotik suş ilaveli Beyaz peynir ürettikleri bir çalışmada *Lactobacillus fermentum* (AB5-18, AK4-20) ve *Lactobacillus plantarum* (AB16-65, AC18-82) probiyotik suşlarını kullanmışlardır. Depolama sonunda (+4 °C'de 120 gün) β-kazein oranının hemen hemen hiç değişmediğini, α_s-kazein oranının ise değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bergamini ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada probiyotik bakterilerin yarı-sert peynirlerde proteoliz profili üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yarı-sert peynir üretim denemelerinde *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* olmak üzere iki probiyotik suş kullanılmış ve olgunlaşma sırasında proteolize olan etkileri araştırılmıştır. Depolama (60 gün) sonunda β-kazein oranının çok değişmediğini fakat α_{s1}-kazeinin çoğununun hidrolize olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.3. Tulum Peynirlerinin Organik Asit Kompozisyonu

Yapısında karboksil grubu (-COOH) bulunduran asitlere organik asit denilmektedir (MEGEP, 2011). Organik asitler, laktik asit bakterilerinin

karbonhidrat katabolizmasının başlıca ürünleridir (Gonzalez de Llano ve ark., 1996).

Süt yağının hidrolizi, normal ruminant metabolizması ve bakteriyel gelişim sonucu ortaya çıkan organik asitler, olgunlaştırılan birçok peynirin tadında önemli rol oynarlar (Marsili ve ark., 1981; Califano ve Bevilacqua, 2000). Fermantasyonda oluşan organik asitler, ortamın mikrobiyotasına, bileşimine ve fiziki koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Yang, 2000; Ammor ve ark., 2006). Bazı organik asitlerin peynirdeki seviyesi, olgunlaşma sırasında starter veya starter olmayan laktik asit bakterilerinin aktivitesi hakkında fikir vermektedir (Lues, 2000; Buffa ve ark., 2004).

Farklı peynir türleri için sınıflandırma parametresi olarak kullanılmasının yanı sıra olgunlaşma zamanını öngörmede ve peynirin yaşını saptamada da organik asitlerden faydalanılmaktadır (Bevilacqua ve Califano, 1992; Careri ve ark., 1996; Akalın ve ark., 2002; Lues ve Bekker, 2002). Organik asit profilinin peynir çeşitleri arasında farklılık gösterdiği ve bazı organik asitlerin, bazı peynirlerin tipik lezzeti için önemli olduğu bilinmektedir (Dinkçi ve ark., 2007).

Bu bölümde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 90. ve 180. günlerinde, asetik asit, bütirik asit, laktik asit, propiyonik asit, pürivik asit ve sitrik asit değerleri (mg/g) hesaplanmıştır.

4.4.3.1. Tulum Peynirlerinin Asetik Asit Değerleri

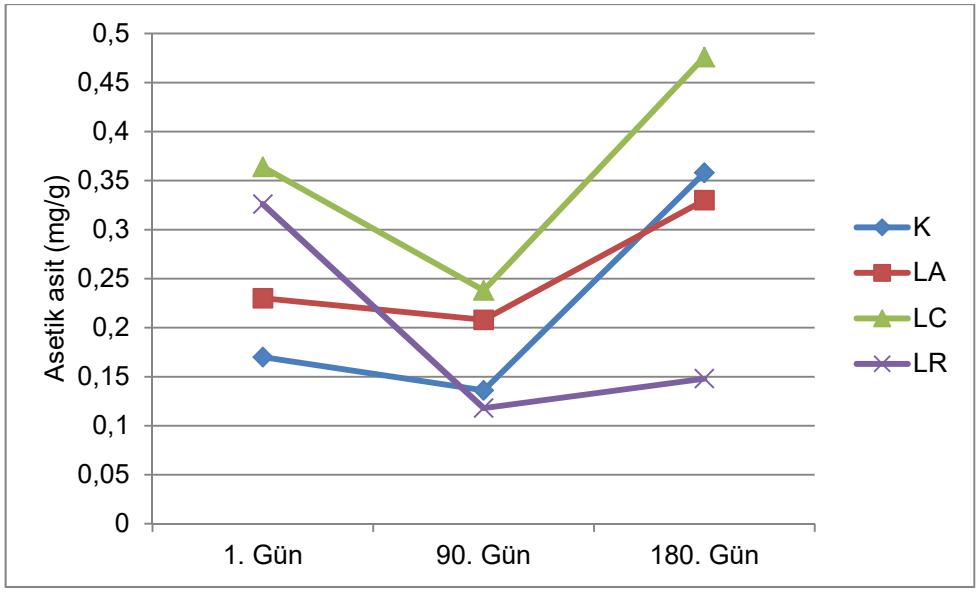
Tulum peynirlerinin Asetik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.22'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.22. Tulum peyniri asetik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Asetik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.170 ± 0.036^{Ba}	0.230 ± 0.017^{ABa}	0.364 ± 0.069^{Aa}	0.326 ± 0.172^{ABa}
90. Gün	0.136 ± 0.152^{Aa}	0.208 ± 0.201^{Aa}	0.238 ± 0.276^{Aa}	0.118 ± 0.204^{Aa}
180. Gün	0.358 ± 0.510^{Aa}	0.330 ± 0.273^{Aa}	0.476 ± 0.452^{Aa}	0.148 ± 0.137^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.22 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin asetik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, depolamanın 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin asetik asit değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.



Şekil 4.24. Tulum peyniri asetik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.24 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar Tulum peynirlerinin asetik asit değerleri azalmıştır. En belirgin azalış LR Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar ise asetik asit değerleri artmış, en az artış LR Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. LC Tulum peyniri asetik asit miktarı depolama süresince diğer örneklerden yüksek olmuştur.

Peynire sirke aroması veren (Abd El-Salam ve Alichanidis, 2004) asetik asit, laktik asidin oksidatif katabolizmasıyla (Fox ve ark., 1996) ve sitrat metabolizmasıyla (Kandarikis ve ark., 2001; Kondyli ve ark., 2002) üretilmektedir.

Ong ve ark., (2006) yaptıkları bir çalışmada üç farklı Cheddar peyniri üretmişlerdir. İlk üretimde sadece starter Laktokok (Batch 1), ikincisinde Lactokok ile birlikte *Lactobacillus acidophilus* 4962, *Lactobacillus casei* 279, *Bifidobacterium longum* 1941 (Batch 2), üçüncü parti üretimde ise Lactokok ile beraber *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10, *Lactobacillus paracasei* LAFTI®

L26 ve *Bifidobacterium lactic* LAFTI® B94 (Batch 3) birlikte kullanılmıştır. Depolama süresi (4°C'de 6 ay) ilerledikçe tüm peynirlerin asetik asit miktarında artış gözlendiği belirtilmiştir.

4.4.3.2. Tulum Peynirlerinin Bütirik Asit Değerleri

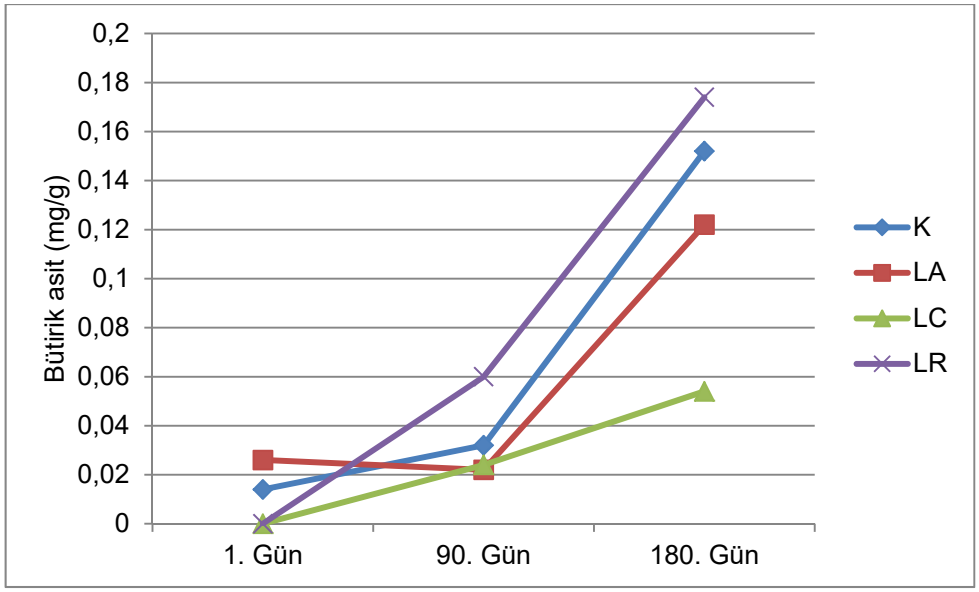
Tulum peynirlerinin Bütirik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.23'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Tulum peyniri bütirik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Bütirik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.014 ± 0.024^{Aa}	0.026 ± 0.045^{Aa}	0.000 ± 0.000^{Aa}	0.000 ± 0.000^{Aa}
90. Gün	0.032 ± 0.055^{Aa}	0.022 ± 0.038^{Aa}	0.024 ± 0.042^{Aa}	0.060 ± 0.063^{Aa}
180. Gün	0.152 ± 0.156^{Aa}	0.122 ± 0.153^{Aa}	0.054 ± 0.061^{Aa}	0.174 ± 0.172^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.23 incelendiğinde depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin bütirik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin bütirik asit değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.



Şekil 4.25. Tulum peyniri bütirik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.25 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar K, LC ve LR Tulum peynirlerinin bütirik asit miktarı artmıştır. En hızlı artış LR Tulum peynirinde olmuştur. LA Tulum peynirinde ise küçük bir düşüş gözlemlenmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar tüm örneklerin bütirik asit miktarı hızlanarak armıştır. Depolama sonunda en yüksek bütirik asit miktarı LR Tulum peynirinde, en düşük bütirik asit miktarı ise belirgin şekilde LC Tulum peynirinde olmuştur.

Manolaki ve ark. (2006), bütirik asidin mikroorganizmaların süt yağı üzerindeki lipolitik aktiviteleri neticesinde oluştuğunu, Şengül ve ark. (2011) ise bütirik asidin, trigliseritlerin küfler tarafından lipolize uğramasıyla oluştuğunu bildirmişlerdir.

Oluk ve Güven (2015) Ekzopolisakkarit üreten ve üretmeyen bakteri kullanımının Tulum peyniri serbest yağ asidi kompozisyonunana etkilerini inceledikleri bir çalışmalarında, olgunlaşma süresince peynirlerde bütirik asit

oranının yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca kullanılan starter kültürün ve süt yağı oranının Tulum peynirlerinin bütirik asit içeriği üzerine önemli düzeyde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.3.3. Tulum Peynirlerinin Laktik Asit Değerleri

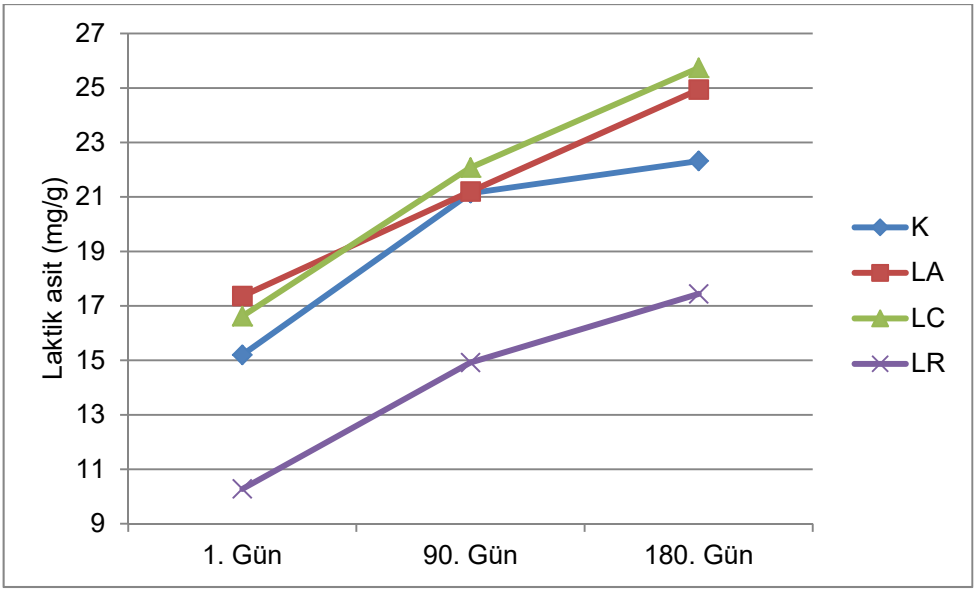
Tulum peynirlerinin laktik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.24'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.24. Tulum peyniri laktik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Laktik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	15.20 ± 2.33^{Aa}	17.36 ± 0.70^{Ab}	16.62 ± 0.86^{Ab}	10.28 ± 1.68^{Bb}
90. Gün	21.14 ± 5.19^{Aa}	21.20 ± 1.28^{Aab}	22.08 ± 1.47^{Aa}	14.92 ± 1.82^{Ba}
180. Gün	22.32 ± 6.90^{Aa}	24.94 ± 5.07^{Aa}	25.74 ± 2.76^{Aa}	17.44 ± 0.55^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.24 incelendiğinde depolamanın 1. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin laktik asit değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunurken, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. Depolama süresince K Tulum peyniri örneklerinin laktik asit değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmamış, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin laktik asit değerlerindeki artış ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur.



Şekil 4.26. Tulum peyniri laktik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.26 incelendiğinde depolama süresince bütün Tulum peyniri örneklerinin laktik asit miktarı artmıştır. Laktik asit miktarındaki artış depolama sonuna doğru yavaşlayarak devam etmiştir. Depolama sonunda en yüksek laktik asit miktarı LC ve LA örneklerinde belirlenirken LR örneklerinin laktik asit miktarı depolama süresince diğerlerinden belirgin şekilde düşük olmuştur.

Ong ve Shah (2009) olgunlaşma sıcaklığının Cheddar peynirindeki probiyotik bakterilerin canlılığına ayrıca peynirin bileşimi ve organik asit profili üzerine etkisini araştırmışlardır. 4°C ve 8°C'de 24 hafta boyunca olgunlaştırılan Cheddar peynirlerinde probiyotik suş olarak *Bifidobacterium longum* 1941, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* LAFTI® B94, *Lactobacillus casei* 279, *Lb. casei* LAFTI® L26, *Lactobacillus acidophilus* 4962 ve *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 kullanılmıştır. Probiyotik peynirlerde, özellikle 8 °C'de olgunlaşan *Lb. casei* 279 veya *Lb. casei* L26 bulunanlarda laktik asit konsantrasyonun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Laktik asit, çeşitli mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri ile formik asit, bütirik asit ve propiyonik aside dönüşebilmektedir (Marshall ve Tamime, 1997).

4.4.3.4. Tulum Peynirlerinin Propiyonik Asit Değerleri

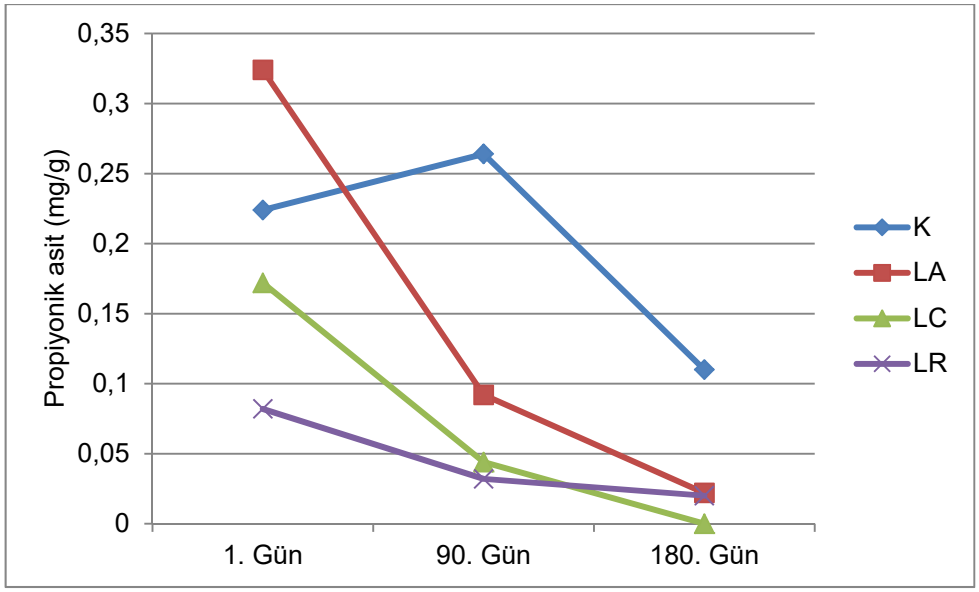
Tulum peynirlerinin Propiyonik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.25'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Tulum peyniri propiyonik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Propiyonik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.224 ± 0.017^{ABa}	0.324 ± 0.114^{Aa}	0.172 ± 0.023^{BCa}	0.082 ± 0.071^{Aa}
90. Gün	0.264 ± 0.067^{Aa}	0.092 ± 0.100^{Bb}	0.044 ± 0.076^{Bb}	0.032 ± 0.055^{Ba}
180. Gün	0.110 ± 0.024^{Ab}	0.022 ± 0.038^{Bb}	0.000 ± 0.000^{Bb}	0.020 ± 0.035^{Ba}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.25. incelendiğinde depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin propiyonik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince LR Tulum peyniri örneklerinin propiyonik asit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamış, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin propiyonik asit değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.27. Tulum peyniri propiyonik asit değerlerinin depoama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.27 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar LA, LC ve LR Tulum peyniri örneklerinin propiyonik asit miktarında düşüş K örneğinde ise bir miktar artış belirlenlenmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar örneklerin tamamının propiyonik asit miktarında azalış gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek propiyonik asit miktarına K örneği sahipken LC örneğinde propiyonik asit tespit edilememiştir.

Propiyonik asit gibi bazı zayıf asitlerin çözünmemiş molekülleri kolaylıkla bakteri hücre zarından geçerek hücre içerisinde iyonlarına ayrılmakta ve hücreyi asitlendirerek canlılığına zarar vermektedir (Temiz, 2003; Heperkan, 2010).

4.4.3.5. Tulum Peynirlerinin Pürivik Asit Değerleri

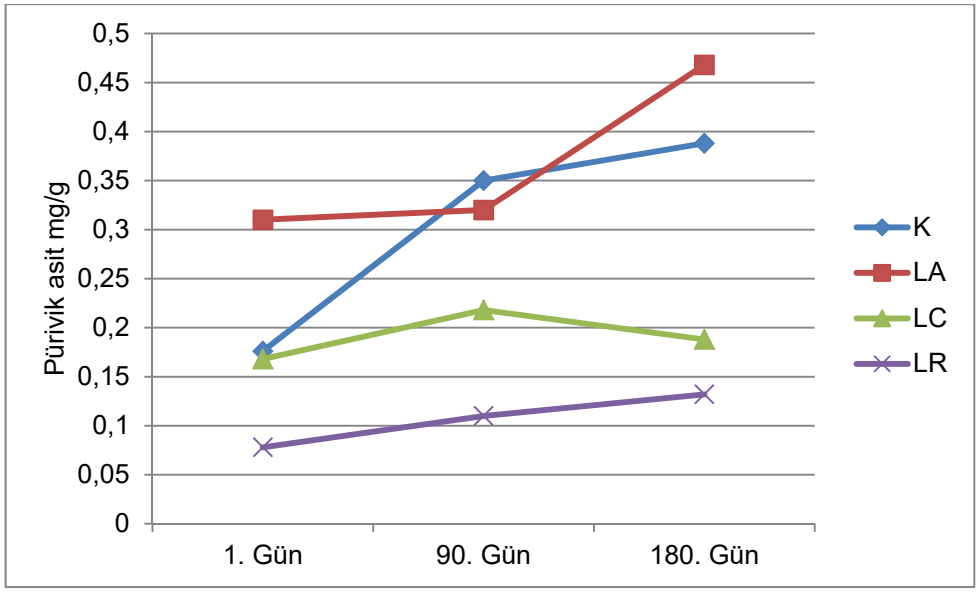
Tulum peynirlerinin Pürivik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.26'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Tulum peyniri pürivik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Pürivik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.176 ± 0.066^{Ba}	0.310 ± 0.073^{Aa}	0.168 ± 0.012^{Ba}	0.078 ± 0.022^{Bb}
90. Gün	0.350 ± 0.289^{Aa}	0.320 ± 0.198^{Aa}	0.218 ± 0.146^{Aa}	0.110 ± 0.033^{Aab}
180. Gün	0.388 ± 0.334^{Aa}	0.468 ± 0.348^{Aa}	0.188 ± 0.121^{Aa}	0.132 ± 0.006^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.26 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin pürivik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, depolamanın 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince LR Tulum peyniri örneklerinin pürivik asit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin pürivik asit değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır.



Şekil 4.28. Tulum peyniri pürivik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.28 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar Tulum peyniri örneklerinin pürivik asit miktarında artış belirlenmiştir. En belirgin artış K örneğinde gerçekleşmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar LC örneği pürivik asit miktarında düşüş, diğer örneklerin pürivik asit miktarında ise artış belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek pürivik asit miktarına sırasıyla LA ve K örnekleri sahip olmuştur. Depolama süresince en düşük pürivik asit miktarına sırasıyla LR ve LC örnekleri sahip olmuştur.

4.4.3.6. Tulum Peynirlerinin Sitrik Asit Değerleri

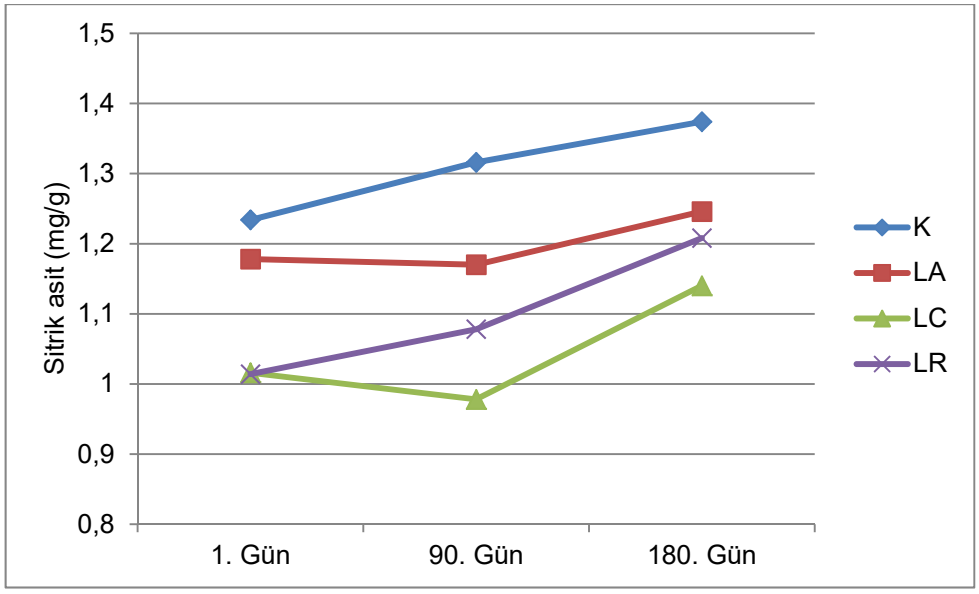
Tulum peynirlerinin Sitrik asit değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.27'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Tulum peyniri sitrik asit (mg/g) değerleri (n=3)

Sitrik a. (mg/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	1.234±0.076^{Aa}	1.178±0.124^{Aa}	1.016±0.263^{Aa}	1.014±0.218^{Aa}
90. Gün	1.316±0.191^{Aa}	1.170±0.172^{Aa}	0.978±0.193^{Aa}	1.078±0.163^{Aa}
180. Gün	1.374±0.300^{Aa}	1.246±0.106^{Aa}	1.140±0.234^{Aa}	1.208±0.166^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.27 incelendiğinde depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin sitrik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin sitrik asit değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

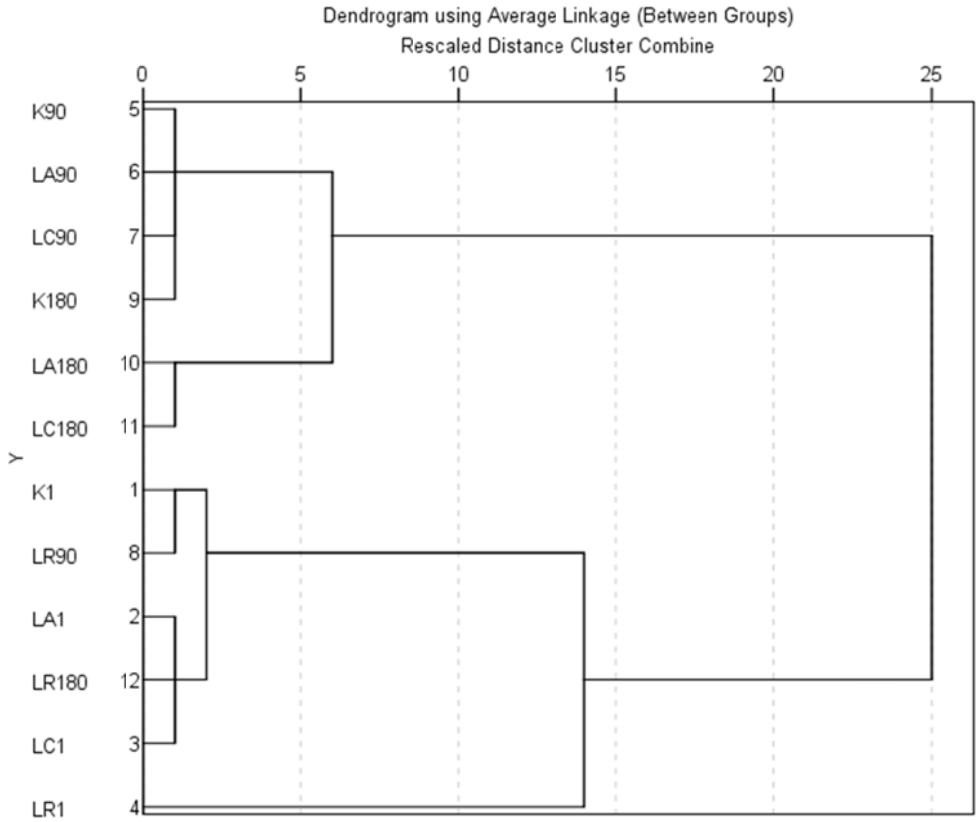


Şekil 4.29. Tulum peyniri sitrik asit değerlerinin depolama süresince değişimi (mg/g)

Şekil 4.29 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar LA ve LC örneklerinin sitrik asit miktarında düşüş, K ve LR örneklerinin sitrik asit miktarında ise artış belirlenmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar ise bütün örneklerin sitrik asit miktarında artış belirlenlenmiştir. Depolama süresince en yüksek sitrik asit miktarına K örneği sahip olmuştur. Depolama sonunda en düşük sitrik asit miktarı LC örneğinde belirlenmiştir.

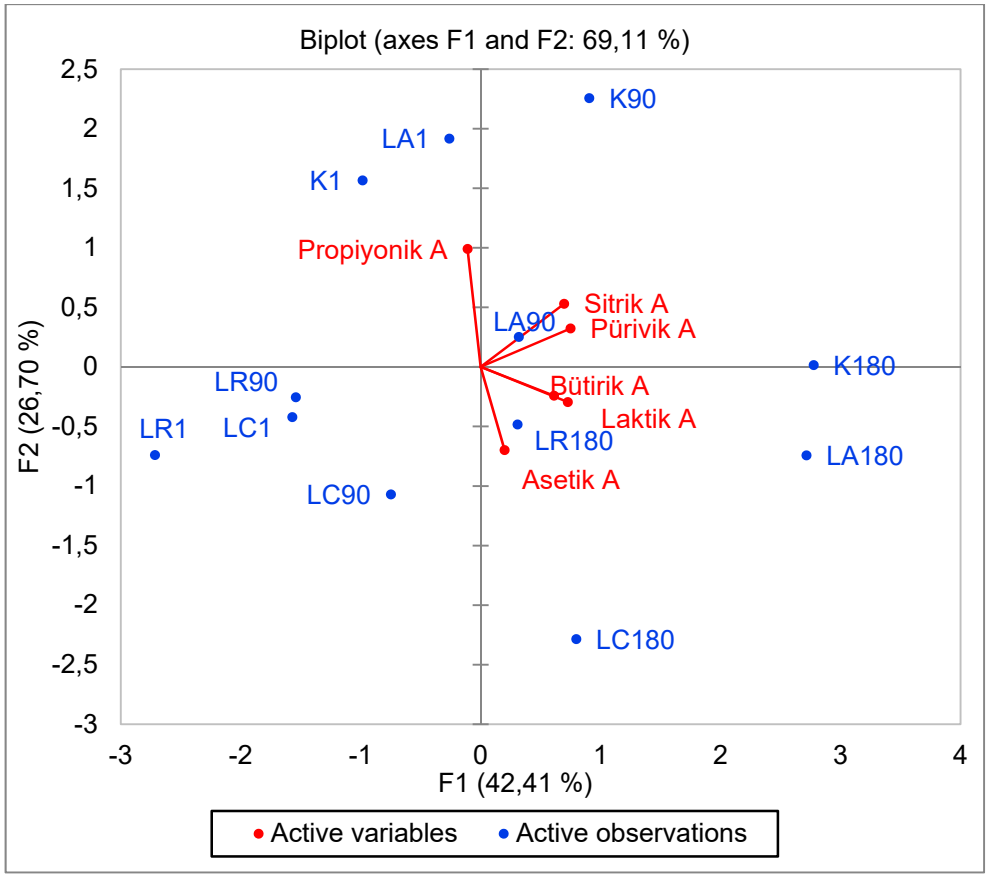
4.4.3.7. Tulum Peynirlerinin Organik Asit Kompozisyonu Değerleri ile Oluşturulan Dendrogram ve PCA (Principle Companent Analyses) Grafiği

Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 90. ve 180. gününde belirlenen organik asit kompozisyonu değerleriyle oluşturulan dendrogram Şekil 4.30'da, temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.30. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 90. ve 180. gününde belirlenen organik asit kompozisyonu değerleriyle oluşturulan dendrogramı

Şekil 4.30'daki dendrogramda Tulum peynirlerinin organik asit kompozisyonu değerlerine göre kümelendiği, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin 90. ve 180. gün örneklerinin 1. kümede, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin 1. gün örnekleri ile LR Tulum peynirinin 90. ve 180. gün örneklerinin 2. kümede LR Tulum peynirinin 1. gün örneğinin ise 3. kümede olduğu görülmektedir.



Şekil 4.31. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 90. ve 180. gününde belirlenen organik asit kompozisyonu değerleriyle oluşturulan temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği

Şekil 4.31 incelendiğinde tüm Tulum peyniri örneklerinin 180 günlük depolama süresince F1 ekseni boyunca pozitif yönde ilerlediği görülmektedir. Depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar K ve LR örnekleri F2 ekseninin pozitif yönünde ilerleme gösterirken LA ve LC örnekleri negatif yönde ilerleme göstermiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar tüm örneklerin propiyonik asit miktarında azalış, asetik asit, bütirik asit ve laktik asit miktarında artış olmuştur ve tüm örnekler F2 ekseninin negatif yönünde ilerleme göstermiştir.

Dinkçi ve ark., (2007) Kargı Tulum peynirinin organik asitlerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Kargı Tulum peynirinin başlıca organik asitlerinin, laktik, asetik, sitrik, propiyonik ve formik asit olduğunu, sitrik, asetik, propiyonik ve formik asit miktarının beklenmedik şekilde yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Ong ve Shah (2009) yaptıkları çalışmada, probiyotik Çedar peynirinin olgunlaşma boyunca başlıca organik asitlerinin, laktik, asetik, sitrik ve bütirik asit olduğunu bildirmişlerdir.

Bezerra ve ark. (2017b) yaptıkları çalışmada probiyotik bakterilerin ayrı ayrı ve birlikte keçi peynirinde (Coalho) kullanımının organik asit üretimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Peynirler *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *cremoris* kombinasyonu; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus paracasei*; *Bifidobacterium lactis* ve bu üç bakterinin karışık kültürü kullanılarak üretilmiştir. Sonuçlara göre peynirlerin organik asit profillerini etkileyen faktörler kullanılan farklı probiyotik bakteriler ve depolama süresinin uzunluğu olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (28 gün) probiyotik laktik asit bakterilerinin daha yüksek glikolitik potansiyel sergilediğini ve bunun sonucunda daha yüksek şeker tüketimi ve daha yüksek organik asit üretimi gerçekleştiğini dolayısıyla daha yoğun bir peynir aroması elde edildiğini belirtmişlerdir.

4.4.4. Tulum Peynirlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

4.4.4.1. Tulum Peynirlerinin Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayıları

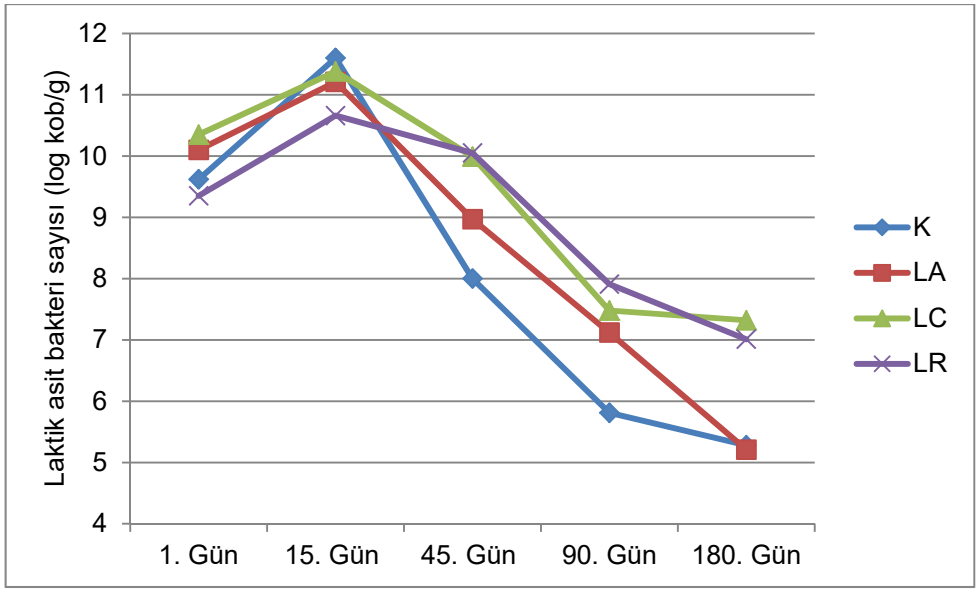
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde bulunan toplam LAB sayıları (log kob/g) standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.28'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Tulum peyniri laktik asit bakterileri sayısı (log kob/g) (n=3)

LABS (log kob/g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	9.62 ± 1.22^{Ab}	10.10 ± 0.97^{Aab}	10.35 ± 0.98^{Aab}	9.35 ± 0.18^{Ab}
15. Gün	11.60 ± 0.44^{Aa}	11.21 ± 0.66^{Aa}	11.38 ± 0.27^{Aa}	10.66 ± 0.47^{Aa}
45.Gün	8.00 ± 1.70^{Ab}	8.97 ± 1.36^{Abc}	9.99 ± 0.70^{Ab}	10.05 ± 0.46^{Aab}
90. Gün	5.81 ± 0.63^{Bc}	7.12 ± 1.28^{ABc}	7.48 ± 0.54^{Ac}	7.91 ± 0.70^{Ac}
180. Gün	5.28 ± 0.97^{Bc}	5.21 ± 0.69^{Bd}	7.32 ± 0.31^{Ac}	7.01 ± 0.65^{Ac}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.28 incelendiğinde depolamanın 1., 15. ve 45. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin toplam LAB sayıları (log kob/g) arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 90. ve 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm Tulum peyniri örneklerinin toplam LAB sayılarındaki (log kob/g) değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.32. Tulum peyniri laktik asit bakteri sayılarının depolama süresince değişimi (log kob/g)

Şekil 4.32 incelendiğinde depolamanın 1. gününden 15. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin LAB sayıları artmıştır. Depolamanın 1. gününde en yüksek LAB sayısı 10.35±0.98 log kob/g ile LC örneğinde, en düşük LAB sayısı 9.35±0.18 log kob/g ile LR örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 15. gününde en yüksek LAB sayısı 11.60±0.44 log kob/g ile en fazla artış gösteren K örneğinde, en düşük LAB sayısı 10.66±0.47 log kob/g ile LR örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 15. gününden 180. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin LAB sayılarında sürekli bir azalış olmuştur. Depolamanın 45. gününde toplam LAB sayısında en az düşüş gösteren LR Tulum peyniri 10.05±0.46 log kob/g ile en yüksek, en fazla düşüş gösteren K Tulum peyniri ise 8.00±1.70 log kob/g ile en düşük toplam LAB sayısına sahip olmuştur. Depolamanın 90. gününde en yüksek LAB sayısı 7.91±0.70 log kob/g ile LR Tulum peynirinde belirlenmesinin yanı sıra LC ve LA Tulum peynirleri sırasıyla 7.48±0.54 log kob/g ve 7.12±1.28 log kob/g olarak tespit edilmiş, K Tulum peyniri ise 5.81±0.63 log kob/g ile en düşük LAB

sayısına sahip olmuştur. Depolamanın 180. gününde en yüksek LAB sayısı sırasıyla 7.32±0.31 log kob/g ve 7.01±0.65 log kob/g ile LC ve LR Tulum peynirinde belirlenmiş, en düşük LAB sayısı ise K ve LA Tulum peynirlerinde sırasıyla 5.28±0.97 log kob/g ve 5.21±0.69 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Tomar ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* (Pro Lafti L-10), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (Pro Lafti B-94) ve bu iki probiyotik bakterinin karışımlarıyla Tulum peynirleri üretmişlerdir. Ambalaj materyali olarak, deri tulum, ince bağırsak ve kör bağırsak kullanmışlardır. Ürettikleri dokuz farklı Tulum peynirinde depolamanın 2., 30., 60. ve 90. günlerinde LAB sayılarını belirlemişlerdir. Depolama boyunca tüm Tulum peyniri örneklerinde LAB sayısının ortalama 0.5 log kob/g arttığını, en yüksek artışın, 0.75 log kob/g ile *Lactobacillus acidophilus* (Pro Lafti L-10) kullanılarak üretilen deri Tulum peynirinde gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Depolamanın 90. gününde en yüksek ve en düşük LAB sayılarının sırasıyla 5.66 log kob/g ve 4.94 log kob/g ile *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (Pro Lafti B-94) kullanılarak ince bağırsağa ve kör bağırsağa basılan Tulum peynirlerinde belirlendiğini bildirmişlerdir.

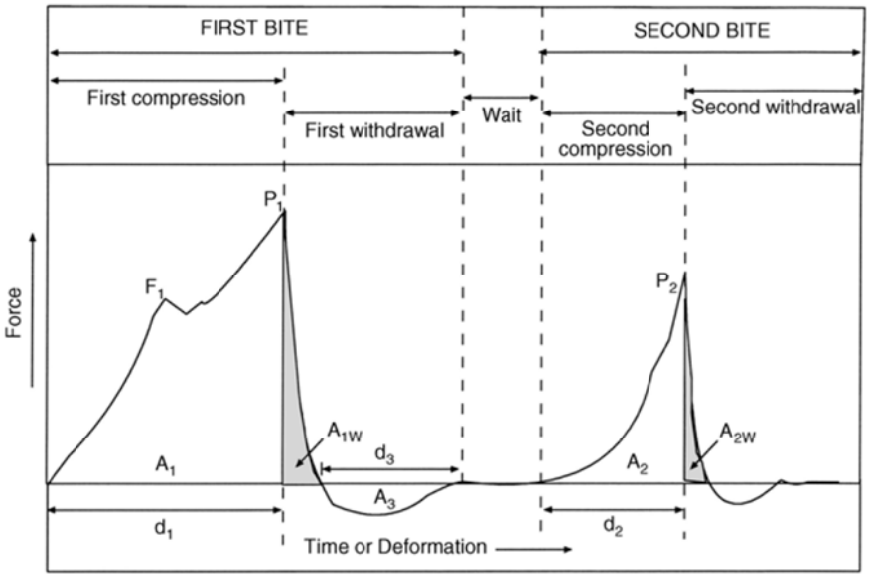
Tarakçı ve ark. (2005) cam kavanozlarda olgunlaştırdıkları Tulum peynirlerinde depolamanın 2., 30., 60. ve 90. günleri LAB sayısı analizi yapmışlardır. Çalışmada LAB sayısının depolama süresince azaldığını, depolamanın 90. gününde 5.96±0.09 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin ve ark. (2006), Tulum peynirinde nispi nem değişiminin mikrobiyolojik özelliklere etkisini inceledikleri bir çalışmada, Tulum peynirlerini 90 gün 10 ^{o}C'de % 85 ve % 95 nispi nemde olgunlaşmaya bırakmışlardır. Her iki nispi nemde de LAB sayısının birbirine yakın bulunduğunu ve depolama süresince nispeten azalmakla birlikte $5.4x10^{8}$ ile $1.3x10^{6}$ kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.4.5. Tulum Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri

Tekstür, birçok gıda ürününde olduğu gibi, peynirde de önemli bir kalite parametresidir. Tekstürel özellikler peynirin yapısal niteliklerinin bir yansıması olarak görülmektedir (Ak ve Lokumcu-Altay, 2011). Tekstürel özellikler, sertlik, iç yapışkanlık, çatlama yatkınlığı, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, elastiklik gibi terimlerle ifade edilmektedir (Şanlı-Karademir, 2006).

Şekil 4.33'te çift ısırmalı bir tekstür profil analizi (TPA) ile oluşturulan kuvvet-zaman (deformasyon) eğrisi şematize edilmiştir.



Şekil 4.33. Çift ısırmalı tekstür profil analizi (TPA) kuvvet-zaman (deformasyon) eğrisi (Gunasekaran ve Ak, 2003) (A_1, A_{1W} ve A_2, A_{2W}, sırasıyla birinci ısırık ve ikinci ısırık eğrisinin sıkıştırma ve çekme kısımları altındaki alanlardır; A_3 ve d_3 sırasıyla ilk geri çekme sırasındaki negatif kuvvet alanı ve karşılık gelen hareket mesafesidir; P_1, P_2 ve d_1, d_2 sırasıyla birinci ve ikinci sıkıştırma pikleri ve karşılık gelen hareket mesafesidir; F_1, ilk sıkıştırma eğrisindeki ilk önemli kırılmadır.)

Bu bölümde, starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastiklik özellikleri değerlendirilmiştir. Şekil 4.33'teki çift ısırmalı TPA kuvvet-zaman eğrisinde tekstürel özellikler, sertlik= P_1, esneklik= d_2/d_1, iç yapışkanlık= $(A_2+A_{2W})/(A_1+A_{1W})$, sakızımsılık= $P_1x[(A_2+A_{2W})/(A_1+A_{1W})]$, çiğnenebilirlik= $P_1x[(A_2+A_{2W})/(A_1+A_{1W})]x[d_2/d_1]$ ve elastiklik= A_{1W}/A_1 şeklinde hesaplanmıştır.

4.4.5.1. Tulum Peynirlerinin Sertlik Değerleri

Tekstür profil analizi (TPA) çalışmalarında sertlik, en yaygın ölçümü yapılan parametredir (Bourne, 2002). Sertlik, birinci sıkıştırmada peynire uygulanan maksimum kuvvettir (Kim ve ark., 2004).

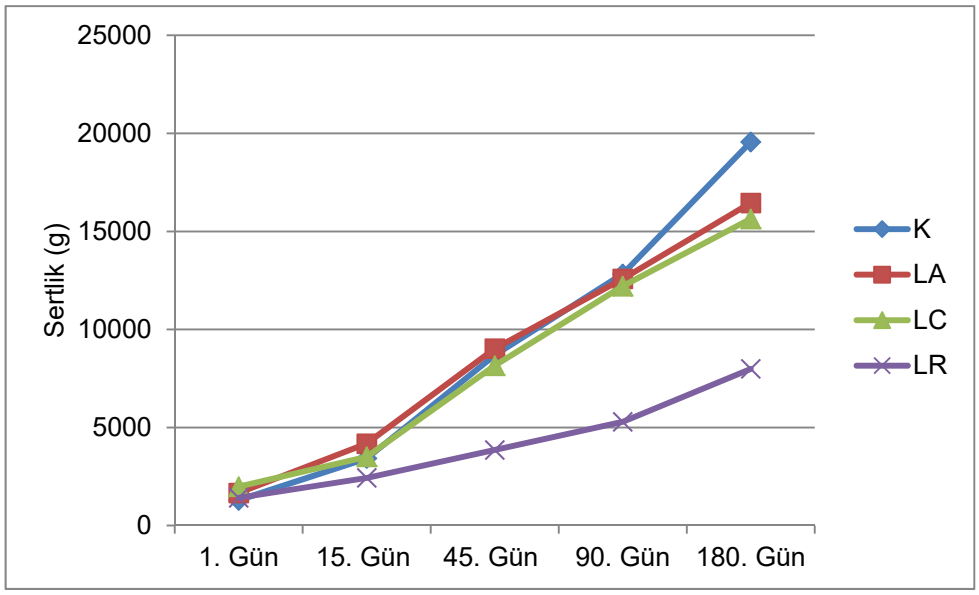
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen sertlik değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.29'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.29. Tulum peyniri sertlik (g) değerleri (n=3)

Sertlik (g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	1292±182^{Ce}	1665±61^{Be}	1984±138^{Ae}	1413±189^{BCe}
15. Gün	3425±71^{Bd}	4181±111^{Ad}	3509±83^{Bd}	2430±25^{Cd}
45.Gün	8690±47^{Bc}	9023±194^{Ac}	8154±170^{Cc}	3854±20^{Dc}
90. Gün	12832±139^{Ab}	12583±211^{Ab}	12212±243^{Bb}	5291±33^{Cb}
180. Gün	19562±597^{Aa}	16456±83^{Ba}	15640±686^{Ba}	7987±700^{Ca}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.29 incelendiğinde depolamanın tüm günlerinde ve depolama süresince tüm peynirler arasında sertlik değerleri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.34. Tulum peyniri sertlik (g) değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.34 incelendiğinde, depolama süresince Tulum peynirlerinin sertlik değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca sertlik değerlerindeki en yavaş artış LR Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin sertlik değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin sertlik değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 180. gününde K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin sertlik değerleri sırasıyla, 19562.0±597.7 (g), 16456.0±83.4 (g), 15640.0±686.6 (g) ve 7987.4±700.5 (g) olmuştur.

4.4.5.2. Tulum Peynirlerinin Esneklik Değerleri

Esneklik, duyusal olarak örneğin dil ile sert damak arasında kısmi bir sıkıştırma sonrası orijinal şekline dönme derecesidir (Gwartney ve ark., 2004).

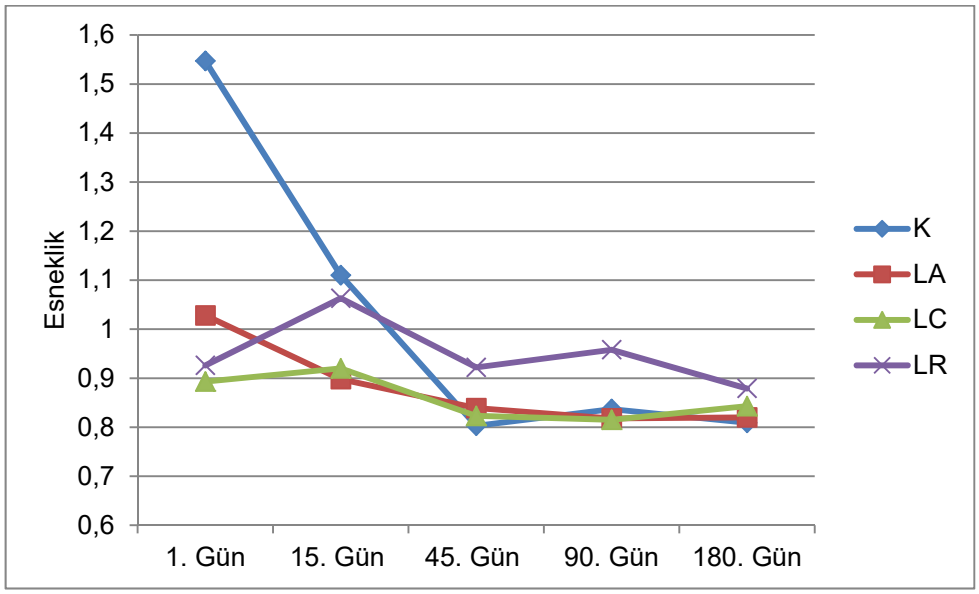
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen esneklik değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.30'da ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.30. Tulum peyniri esneklik değerleri (n=3)

Esneklik	K	LA	LC	LR
1. Gün	1.547 ± 0.806^{Aa}	1.028 ± 0.251^{Aa}	0.893 ± 0.007^{Aab}	0.926 ± 0.064^{Aa}
15. Gün	1.110 ± 0.239^{Aa}	0.898 ± 0.011^{Aa}	0.920 ± 0.071^{Aa}	1.063 ± 0.226^{Aa}
45.Gün	0.803 ± 0.009^{Ba}	0.839 ± 0.025^{ABa}	0.823 ± 0.007^{Bb}	0.922 ± 0.085^{Aa}
90. Gün	0.837 ± 0.042^{Ba}	0.818 ± 0.018^{Ba}	0.815 ± 0.003^{Bb}	0.958 ± 0.049^{Aa}
180. Gün	0.809 ± 0.038^{Aa}	0.820 ± 0.061^{Aa}	0.843 ± 0.054^{Ab}	0.879 ± 0.097^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.30 incelendiğinde depolamanın 1., 15., ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiş ($p>0.05$), 45. ve 90. günlerinde ise önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince, K, LA, ve LR Tulum peynirlerinin esneklik değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamış ($p>0.05$), LC Tulum peynirinde ise önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.35. Tulum peyniri esneklik değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.35 incelendiğinde, depolamanın 1. günü K Tulum peynirinin esneklik değeri belirgin şekilde diğerlerinden yüksek olmuştur. Depolamanın 45. gününe kadar K Tulum peynirinin esneklik değeri hızlı bir düşüş göstererek LA ve LC Tulum peynirlerine yakınlaşmıştır. LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin esneklik değerleri depolama süresince küçük dalgalanmalar göstermiştir. Depolamanın 180.

gününde bütün Tulum peynirlerinin esneklik değerleri 1. gününe nispeten daha düşük ve birbirlerine daha yakın bulunmuştur.

4.4.5.3. Tulum Peynirlerinin İç Yapışkanlık Değerleri

İç yapışkanlık, kırılmadan deforme olma sınırını ifade eder. Duyusal olarak dişler arasındaki gıdanın parçalanmadan sıkıştırılma sınırını göstermektedir (Tunick, 2000; Chevanan ve ark., 2006). Peynirde iç yapışkanlık protein misellerindeki (peynirde üç boyutlu matriksini oluşturan) iç bağların kuvvetinin ölçüsüdür (Tunick, 2000)

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen iç yapışkanlık değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.31'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.36'da verilmiştir.

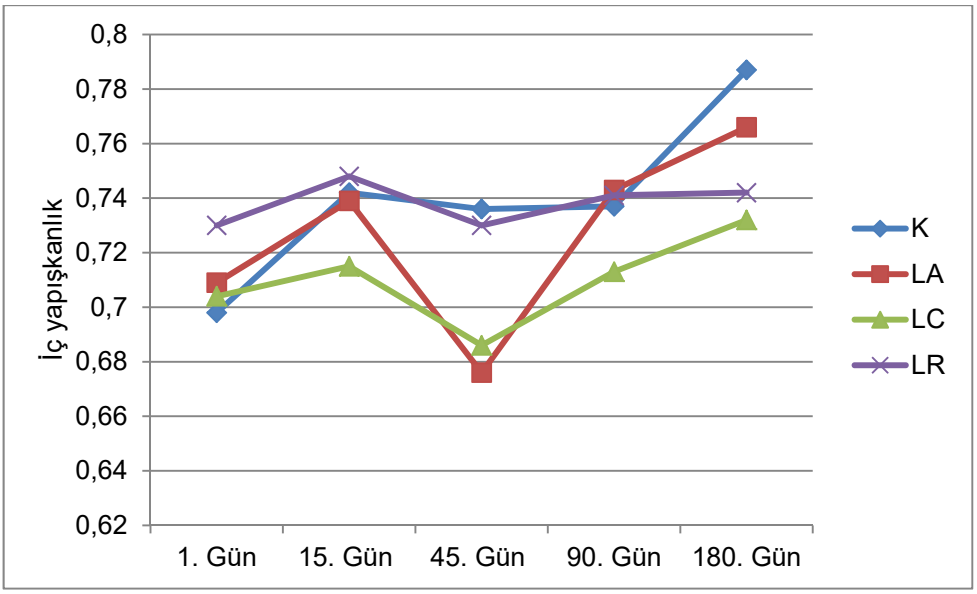
Çizelge 4.31. Tulum peyniri iç yapışkanlık değerleri (n=3)

İç yapışkanlık	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.698 ± 0.010^{Bc}	0.709 ± 0.008^{Bbc}	0.704 ± 0.006^{Bbc}	0.730 ± 0.008^{Aa}
15. Gün	0.742 ± 0.008^{Ab}	0.739 ± 0.005^{ABab}	0.715 ± 0.017^{Bab}	0.748 ± 0.019^{Aa}
45.Gün	0.736 ± 0.021^{Ab}	0.676 ± 0.030^{Bc}	0.686 ± 0.005^{Bc}	0.730 ± 0.007^{Aa}
90. Gün	0.737 ± 0.029^{Ab}	0.743 ± 0.019^{Aab}	0.713 ± 0.018^{Aabc}	0.741 ± 0.018^{Aa}
180. Gün	0.787 ± 0.023^{Aa}	0.766 ± 0.020^{ABa}	0.732 ± 0.017^{Ba}	0.742 ± 0.028^{Ba}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.31 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, 90. gününde ise istatistiksel olarak önemli

düzeyde bir farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuş, LR Tulum peynirinin iç yapışkanlık değerindeki değişim ise önemli düzeyde farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.36. Tulum peyniri iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.36'daki Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde, depolamanın 1. gününden 15. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinde artış, 15. günden 45. güne kadar ise düşüş gözlemlenmiştir. Depolamanın 45. gününe kadar en fazla düşüşü LA, en az düşüşü K Tulum peyniri göstermiştir. Depolamanın 45. gününde K ve LR Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri belirgin şekilde LA ve LC Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinden yüksek bulunmuştur. Depolamanın 45. gününden 180. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinde tekrar artış belirlenmiştir. Depolamanın 90. gününde, K, LA ve LR Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri birbirlerine yakınken LC Tulum peynirinin iç

yapışkanlık değeri belirgin şekilde daha düşük olmuştur. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin büyükten küçüğe doğru iç yapışkanlık değerleri sırasıyla K, LA, LR ve LC şeklinde olmuştur. Depolamanın 180. gününde bütün Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri 1. günde ölçülen iç yapışkanlık değerlerinden yüksek bulunmuştur.

4.4.5.4. Tulum Peynirlerinin Sakızımsılık Değerleri

Sakızımsılık, yarı katı gıdaların parçalanması ve yutmaya hazır hale getirilmesi için gereken kuvvettir. Duyusal olarak bir gıdanın çiğnenmesi süresince devam eden sıkışıklık olarak ifade edilmektedir (Szczesniak, 2002).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen sakızımsılık değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.32'de ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.37'de verilmiştir.

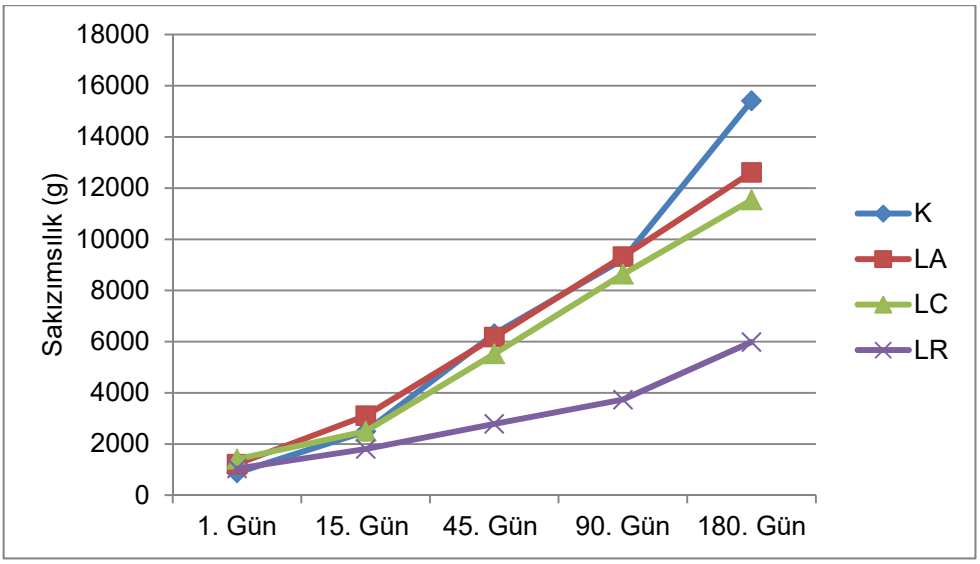
Çizelge 4.32. Tulum peyniri sakızımsılık (g) değerleri (n=3)

Sakızımsılık (g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	876 ± 138^{Ce}	1214 ± 53^{ABe}	1407 ± 92^{Ae}	1041 ± 133^{BCe}
15. Gün	2493 ± 66^{Bd}	3106 ± 90^{Ad}	2497 ± 48^{Bd}	1805 ± 41^{Cd}
45.Gün	6306 ± 299^{Ac}	6178 ± 401^{Ac}	5522 ± 138^{Bc}	2788 ± 31^{Cc}
90. Gün	9209 ± 487^{ABb}	9326 ± 133^{Ab}	8634 ± 321^{Bb}	3733 ± 177^{Cb}
180. Gün	15409 ± 840^{Aa}	12615 ± 319^{Ba}	11536 ± 463^{Ba}	5987 ± 682^{Ca}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.32 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak

üretilen Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince, K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.37. Tulum peyniri sakızımsılık (g) değerlerinin depoama süresince değişimi

Şekil 4.37. incelendiğinde, depolama süresince Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerlerinde artış olduğu gözlemlenmektedir. Depolama boyunca sakızımsılık değerlerindeki en yavaş artış LR Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin sakızımsılık değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 180. gününde K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri sırasıyla, 15409.00±840.90 (g), 12615.00±319.41 (g), 11536.00±463.64 (g) ve 5987.00±682.86 (g) olmuştur.

4.4.5.5. Tulum Peynirlerinin Çiğnenebilirlik Değerleri

Peynirde ikincil tekstür parametrelerinden biri olan çiğnenebilirlik, peyniri yutmak maksadıyla çiğnenmesi için gerekli olan enerji şeklinde ifade edilebilir. Çiğnenebilirlik, duyusal olarak peynirin yutulması amacıyla parçalanması için çiğnenerek uygun kıvama getirilmesine gereken enerji olarak tanımlanmaktadır (Szczesniak, 2002; Chevanan ve ark., 2006).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen çiğnenebilirlik değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.33'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.38'de verilmiştir.

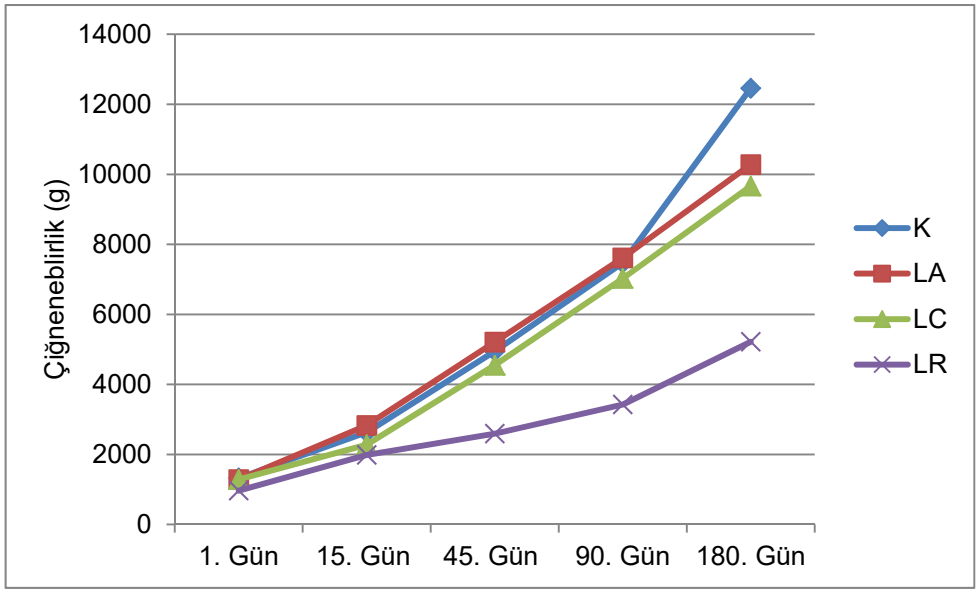
Çizelge 4.33. Tulum peyniri çiğnenebilirlik (g) değerleri (n=3)

Çiğnenebilirlik (g)	K	LA	LC	LR
1. Gün	1328 ± 809^{Ae}	1285 ± 278^{Ae}	1285 ± 91^{Ae}	968 ± 47^{Ae}
15. Gün	2628 ± 487^{ABd}	2830 ± 62^{Ad}	2280 ± 98^{ABd}	1986 ± 548^{Bd}
45.Gün	4945 ± 179^{Ac}	5209 ± 239^{Ac}	4547 ± 132^{Bc}	2594 ± 233^{Cc}
90. Gün	7470 ± 560^{Ab}	7615 ± 142^{Ab}	7027 ± 257^{Ab}	3427 ± 136^{Bb}
180. Gün	12458 ± 110^{Aa}	10280 ± 756^{Ba}	9664 ± 346^{Ba}	5217 ± 205^{Ca}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.33 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemişken ($p>0.05$), 15., 45., 90. ve 180. günlerindeki çiğnenebilirlik değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince, K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik

değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.38. Tulum peyniri çiğnenebilirlik (g) değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.38 incelendiğinde, depolama süresince Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerlerinde artış olduğu gözlemlenmektedir. Depolama boyunca çiğnenebilirlik değerlerindeki en yavaş artış LR Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin çiğnenebilirlik değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 180. gününde K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla, 12458.00±110.27 (g), 10280.00±756.75 (g), 9664.50±346.12 (g) ve 5217.80±205.18 (g) olmuştur.

4.4.5.6. Tulum Peynirlerinin Elastiklik Değerleri

Elastiklik, peynirin çiğnenmesi esnasında deformasyon kuvveti ortadan kalktığında, orijinal durumuna dönüş için alınan yoldur (Şanlı-Karademir, 2006). Peynirin ısırma işlemi esnasında orijinal şekline kavuşma derecesini ifade eden elastiklik (Chevanan ve ark., 2006) ile esnekliğin tanımları benzerdir. Fakat aralarındaki fark; elastiklik, deforme olmuş peynirden kuvvetin hızlı bir şekilde kaldırılmasından sonra orijinal konumuna geri dönme kabiliyetinin ölçüsü, esneklik ise deforme olmuş peynirden kuvvetin yavaşça kaldırılması ile başlangıç konumuna geri dönme kabiliyetinin bir ölçüsüdür (Zheng ve ark., 2016).

Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ölçülen elastiklik değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.34'te ve bu değerlerle oluşturulan çizgi grafiği Şekil 4.39'da verilmiştir.

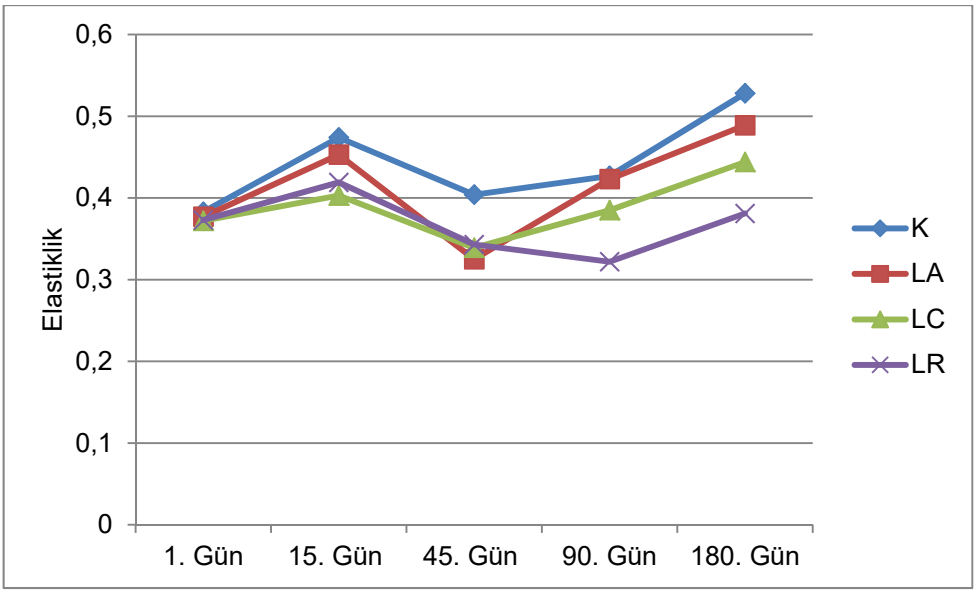
Çizelge 4.34. Tulum peyniri elastiklik değerleri (n=3)

Elastiklik	K	LA	LC	LR
1. Gün	0.383 ± 0.011^{Ad}	0.377 ± 0.006^{Ac}	0.372 ± 0.000^{Ac}	0.373 ± 0.007^{Ab}
15. Gün	0.474 ± 0.014^{Ab}	0.453 ± 0.015^{ABb}	0.403 ± 0.021^{Cb}	0.419 ± 0.026^{BCa}
45.Gün	0.404 ± 0.020^{Acd}	0.325 ± 0.027^{Bd}	0.339 ± 0.002^{Bd}	0.343 ± 0.011^{Bbc}
90. Gün	0.427 ± 0.029^{Ac}	0.423 ± 0.022^{Ab}	0.385 ± 0.018^{Abc}	0.322 ± 0.019^{Bc}
180. Gün	0.528 ± 0.030^{Aa}	0.489 ± 0.018^{ABa}	0.444 ± 0.011^{Ba}	0.381 ± 0.039^{Cab}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.34 incelendiğinde depolamanın 1. gününde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık tespit

edilmemişken ($p>0.05$), 15., 45., 90. ve 180. günlerindeki elastiklik değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince, K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin elastiklik değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.



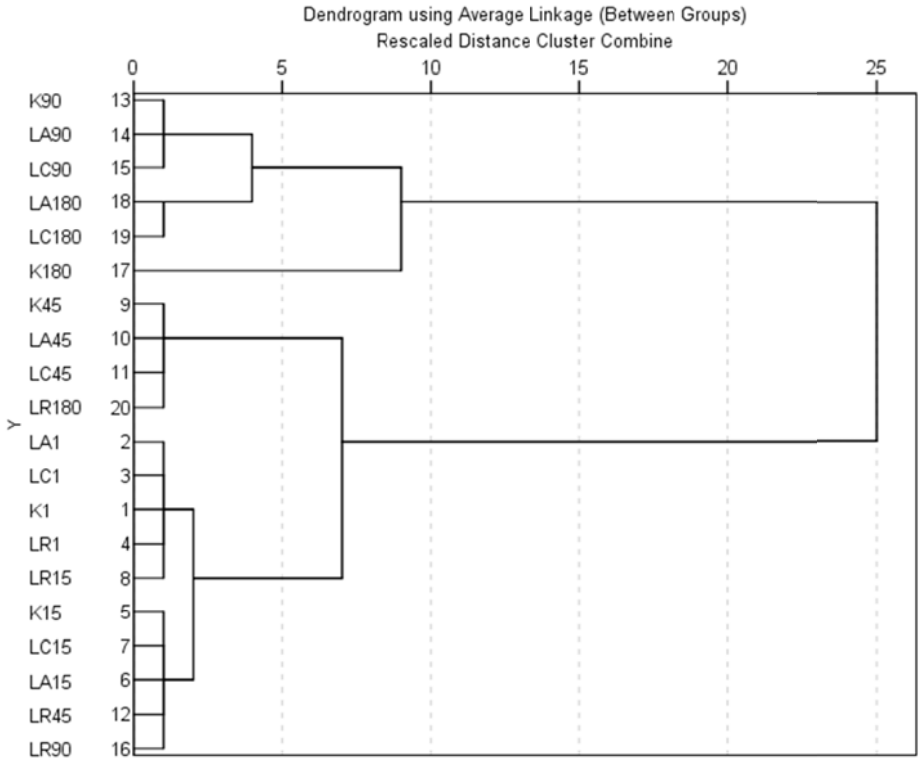
Şekil 4.39. Tulum peyniri elastiklik değerlerinin depolama süresince değişimi

Şekil 4.39 incelendiğinde, depolamanın 1. gününde Tulum peyniri örneklerinin elastiklik değerlerinin birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Tulum peynirlerinin tamamının elastiklik değerleri depolamanın 15. gününe kadar artmış daha sonra depolamanın 45. gününe kadar düşmüştür. Depolamanın 45. gününden 180. gününe kadar K, LA ve LC Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri artmıştır. LR Tulum peynirinin elastiklik değeri depolamanın 45. gününden 90. gününe kadar düşmeye devam etmiş daha sonra 180. güne kadar artış göstermiştir. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri belirgin şekilde farklılık göstermiş, en yüksek elastiklik değerine K Tulum peyniri sahip olmuştur. Bunu sırasıyla LA ve LC Tulum peynirleri izlemiştir. Depolama boyunca

en yüksek elastiklik değerine K Tulum peyniri sahip olmuştur. Tüm Tulum peyniri örneklerinin 180. gündeki elastiklik değerleri 1. gündeki elastiklik değerlerinden yüksek olmuştur.

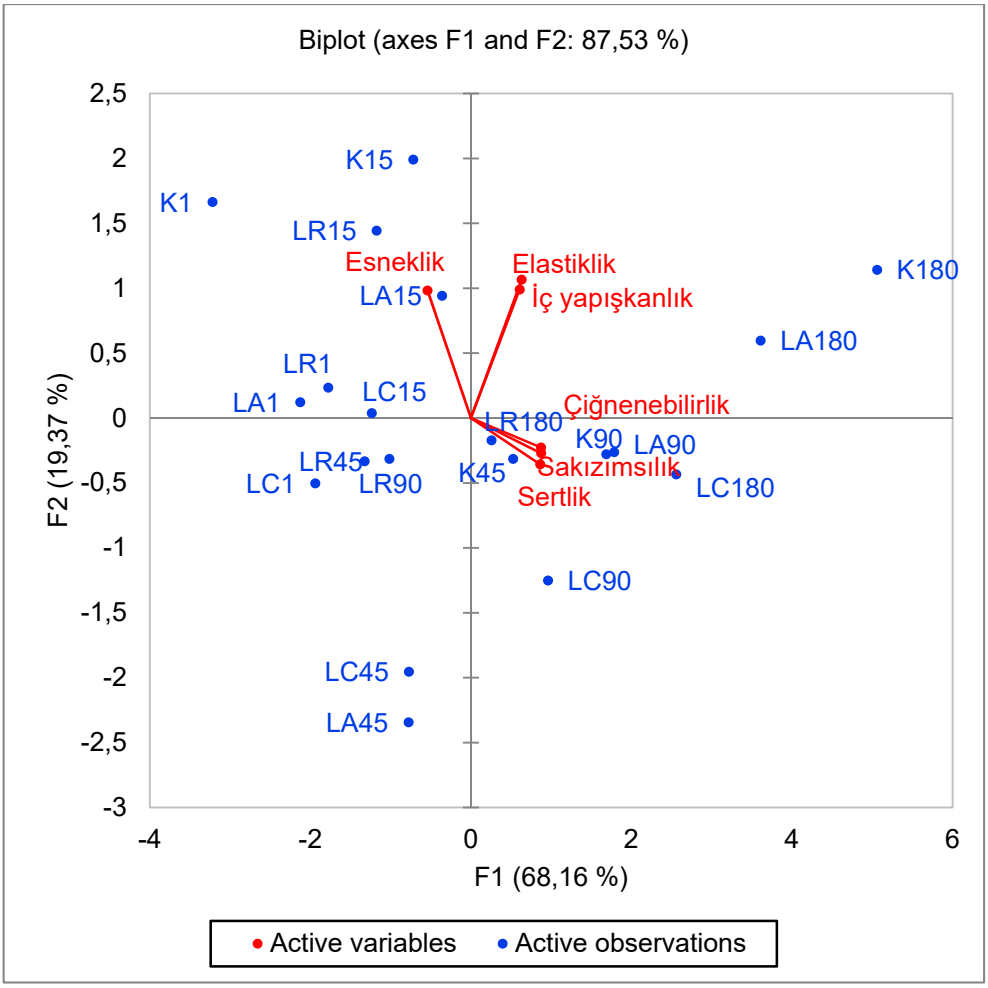
4.4.5.7. Tulum Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri ile Oluşturulan Dendrogram ve PCA (Principle Companent Analyses) Grafiği

Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. gününde belirlenen sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastiklik değerleriyle oluşturulan dendrogram Şekil 4.40'da ve temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği Şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.40. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. gününde belirlenen tekstür profili analizi (TPA) değerleriyle oluşturulan dendrogramı

Şekil 4.40'taki dendrogramda Tulum peynirleri tekstür profili analizi (TPA) değerlerine göre kümelenmiştir. Dendrogramda altı adet küçük alt küme oluşmuştur. Birinci kümede K, LA ve LC Tulum peynirlerinin 90. gün örnekleri, ikinci kümede LA ve LC Tulum peynirlerinin 180. gün örnekleri, üçüncü kümede yalnızca K Tulum peynirinin 180. gün örneği, dördüncü kümede K, LA ve LC Tulum peynirlerinin 45. gün örnekleri ile LR Tulum peynirinin 180. gün örneği, beşinci kümede tüm Tulum peynirlerinin 1. gün örnekleri ile LR Tulum peynirinin 15. gün örneği ve altıncı kümede K, LA ve LC Tulum peynirlerinin 15. gün örnekleri ile LR Tulum peynirinin 45. ve 90. gün örnekleri bulunmaktadır.



Şekil 4.41. Tulum peynirlerinin, depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. gününde belirlenen tekstür profili analizi (TPA) değerleriyle oluşturulan temel bileşen analizi (Principle Companent Analyses, PCA) grafiği

Şekil 4.41 incelendiğinde tüm Tulum peyniri örneklerinin 180 günlük depolama süresince F1 ekseni boyunca pozitif yönde ilerlediği görülmektedir. Depolamanın 1. gününden 15. gününe kadar tüm örnekler F2 ekseninin pozitif yönünde ilerleme gösterirken 15. günden 45. güne kadar tüm örnekler F2 ekseninin negatif yönünde ilerleme göstermiştir. Depolamanın 45. gününden 180. gününe kadar tüm örnekler F2 ekseninin pozitif yönünde ilerleme göstermiştir. Şekil

4.41'de Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri ile iç yapışkanlık değerlerinin kendi içinde, sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerlerinin kendi içinde birbirleri ile yakından ilişkili olduğu ve sertlik ile esneklik değerlerinin ise nispeten zıt ilişkili olduğu görülmektedir.

4.4.6. Tulum Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Tulum peynirlerinin duyusal değerlendirmesi için 11 kişilik panelist grubu oluşturulmuştur. Uygulanan duyusal analizlerde, "Kesit ve Görünüş" 25 puan, "Yapı" 25 puan, "Koku" 25 puan, "Tat" 25 puan ve "Genel Kabul Edilebilirlik" 25 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

4.4.6.1. Tulum Peynirlerinin Kesit ve Görünüş Puanları

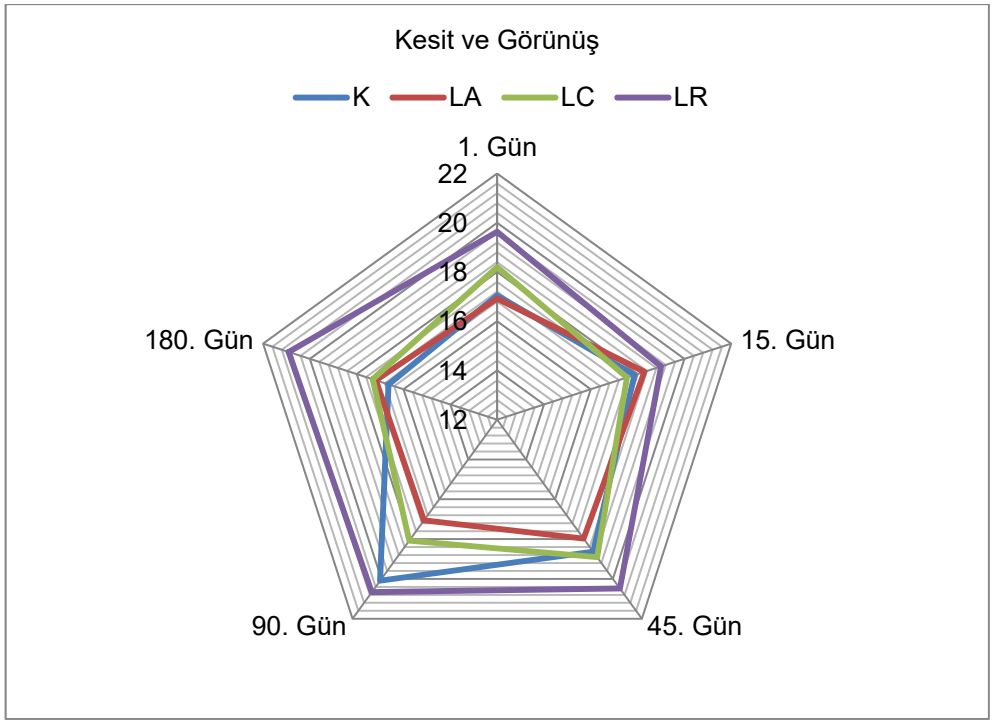
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen kesit ve görünüş puanları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.35'te ve bu değerlerle oluşturulan örümcek ağı grafiği Şekil 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Tulum peyniri kesit ve görünüş puanları (n=3)

Kesit ve Görünüş	K	LA	LC	LR
1. Gün	17.24±2.17^{Aa}	16.86±0.99^{Aa}	18.52±1.40^{Aa}	19.68±2.73^{Aa}
15. Gün	17.84±1.46^{Aa}	18.18±2.15^{Aa}	17.28±2.60^{Aa}	19.14±0.97^{Aa}
45.Gün	18.64±1.77^{Aa}	17.97±1.50^{Aa}	18.91±2.35^{Aa}	20.18±1.40^{Aa}
90. Gün	19.89±1.47^{Aa}	16.96±2.32^{Aa}	18.11±2.75^{Aa}	20.51±0.62^{Aa}
180. Gün	16.64±0.26^{Ba}	17.19±0.90^{Ba}	17.32±0.71^{Ba}	20.96±1.73^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.35 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin kesit ve görünüş puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin kesit ve görünüş puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.



Şekil 4.42. Tulum peyniri kesit ve görünüş puanlarının depolama süresince değişimi

Şekil 4.42 incelendiğinde depolama süresince en yüksek kesit ve görünüş puanlarının LR Tulum peynirine verildiği görülmektedir. Kesit ve görünüş puanları açısından 1., 45. ve 180. günlerde LC, 15. gün LA, 90. gün ise K Tulum peyniri 2. sırada olmuştur.

4.4.6.2. Tulum Peynirlerinin Yapı Puanları

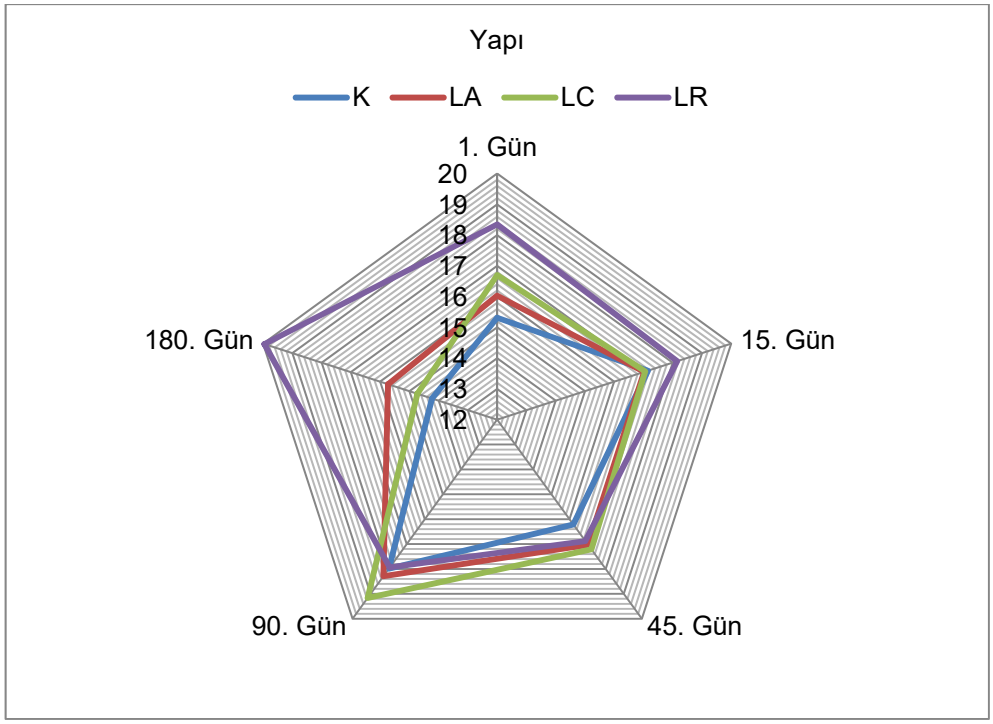
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen yapı puanları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.36'da ve bu değerlerle oluşturulan örümcek ağı grafiği Şekil 4.43'te verilmiştir.

Çizelge 4.36. Tulum peyniri yapı puanları (n=3)

Yapı	K	LA	LC	LR
1. Gün	15.48 ± 2.05^{Aa}	16.04 ± 1.30^{Aa}	17.00 ± 0.56^{Aab}	18.33 ± 1.99^{Aa}
15. Gün	17.09 ± 1.64^{Aa}	17.04 ± 2.64^{Aa}	17.05 ± 2.39^{Aab}	18.13 ± 2.14^{Aa}
45.Gün	16.21 ± 1.65^{Aa}	17.03 ± 0.78^{Aa}	17.21 ± 1.33^{Aab}	16.58 ± 2.00^{Aa}
90. Gün	18.16 ± 1.10^{Aa}	18.20 ± 3.20^{Aa}	19.08 ± 2.17^{Aa}	17.82 ± 1.51^{Aa}
180. Gün	15.19 ± 1.93^{Ba}	15.73 ± 0.13^{ABa}	14.78 ± 1.10^{Bb}	19.96 ± 2.38^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.36 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin yapı puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA ve LR Tulum peynirlerinin yapı puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, LC Tulum peynirinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.43. Tulum peyniri yapı puanlarının depolama süresince değişimi

Şekil 4.43 incelendiğinde depolamanın 1., 15. ve 180. günlerinde LR Tulum peynirinin, 45. ve 90. günlerinde ise LC Tulum peynirinin en yüksek yapı puanlarını aldığı görülmektedir. K Tulum peynirinin yapısı depolama süresince en az beğenilen veya en az beğenilene yakın puanlarda olmuştur.

4.4.6.3. Tulum Peynirlerinin Koku Puanları

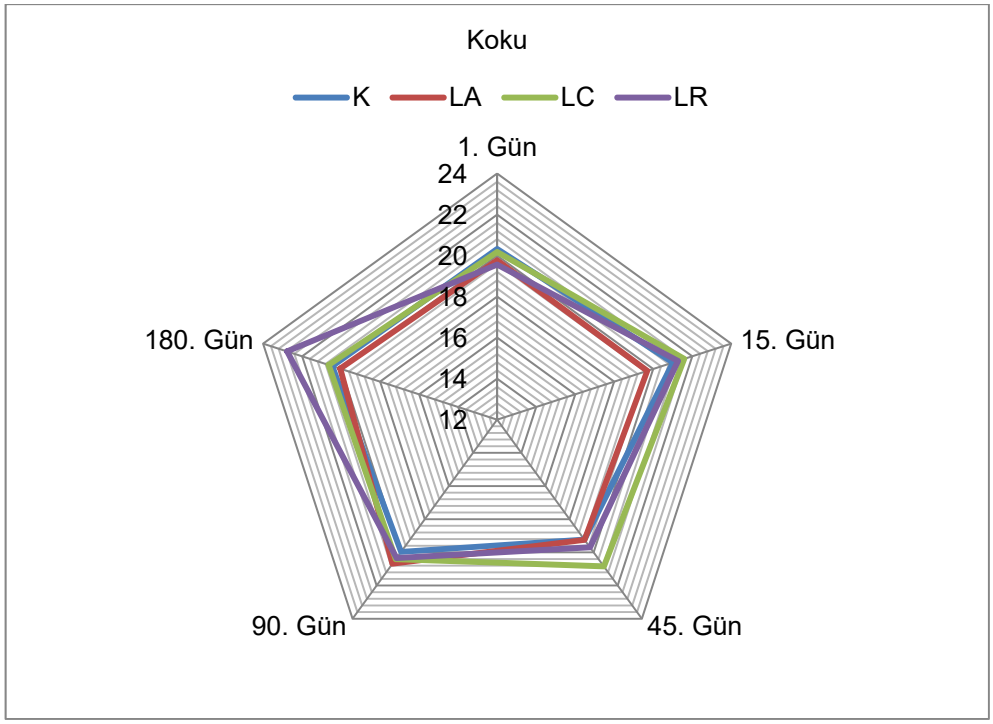
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen koku puanları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.37'de ve bu değerlerle oluşturulan örümcek ağı grafiği Şekil 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.37. Tulum peyniri koku puanları (n=3)

Koku	K	LA	LC	LR
1. Gün	20.10 ± 1.35^{Aa}	19.52 ± 2.25^{Aa}	19.89 ± 1.64^{Aa}	19.41 ± 1.71^{Ab}
15. Gün	20.87 ± 1.27^{Aa}	19.97 ± 1.25^{Aa}	21.31 ± 1.64^{Aa}	21.18 ± 0.39^{Aab}
45.Gün	19.23 ± 2.47^{Aa}	19.24 ± 0.77^{Aa}	20.85 ± 1.05^{Aa}	19.70 ± 1.88^{Ab}
90. Gün	20.01 ± 3.45^{Aa}	20.70 ± 1.46^{Aa}	20.03 ± 0.91^{Aa}	20.29 ± 0.53^{Aab}
180. Gün	20.45 ± 0.90^{Ba}	20.32 ± 0.33^{Ba}	20.64 ± 0.77^{Ba}	22.78 ± 0.19^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.37 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin koku puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin koku puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, LR Tulum peynirinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.44. Tulum peyniri koku puanlarının depolama süresince değişimi

Şekil 4.44 incelendiğinde depolamanın 1. gününde tüm peynirlerin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte kokusu en çok beğenilen Tulum peyniri K, en az beğenilen ise LR olmuştur. Depolamanın 15. gününde kokusu en az beğenilen peynir LA olmuştur. Diğer üç peynirin koku puanı birbirlerine yakın olmakla birlikte en yüksek koku puanına LC Tulum peyniri sahip olmuştur. Depolamanın 45. gününde LC Tulum peynirinin koku puanı belirgin şekilde diğerlerinden yüksek olmuştur. Depolamanın 90. gününde tüm peynirlerin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte kokusu en çok beğenilen Tulum peyniri LA, en az beğenilen ise K olmuştur. Depolamanın 180. gününde belirgin şekilde en yüksek koku puanını alan Tulum peyniri LR olmuştur. Diğer üç peynirin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte LA Tulum peyniri kokusu en az beğenilen peynir olmuştur.

4.4.6.4. Tulum Peynirlerinin Tat Puanları

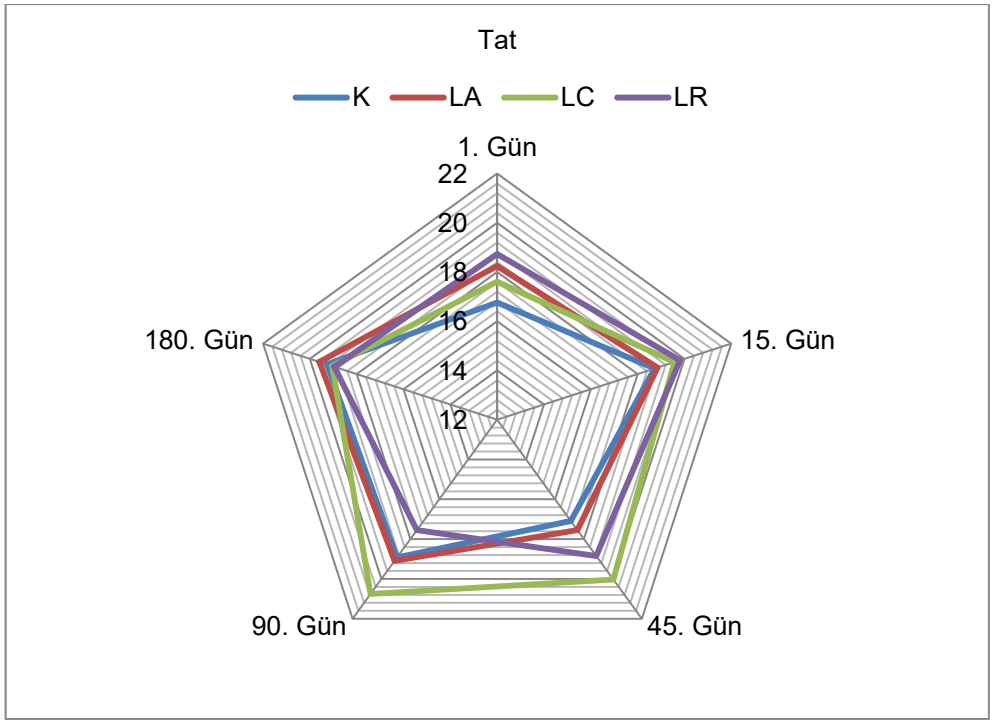
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen tat puanları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.38'de ve bu değerlerle oluşturulan örümcek ağı grafiği Şekil 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.38. Tulum peyniri tat puanları (n=3)

Tat	K	LA	LC	LR
1. Gün	16.67 ± 1.51^{Aa}	18.21 ± 2.32^{Aa}	17.63 ± 1.72^{Aa}	18.68 ± 1.84^{Aa}
15. Gün	18.73 ± 2.08^{Aa}	19.76 ± 2.90^{Aa}	19.63 ± 1.73^{Aa}	19.82 ± 1.46^{Aa}
45.Gün	17.09 ± 1.60^{Aa}	16.82 ± 1.98^{Aa}	19.73 ± 0.71^{Aa}	18.55 ± 3.33^{Aa}
90. Gün	19.05 ± 4.93^{Aa}	19.18 ± 3.13^{Aa}	20.68 ± 2.05^{Aa}	17.56 ± 2.13^{Aa}
180. Gün	19.28 ± 1.80^{Aa}	19.59 ± 2.38^{Aa}	19.05 ± 3.92^{Aa}	18.96 ± 0.45^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.38 incelendiğinde depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin tat puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tat puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.



Şekil 4.45. Tulum peyniri tat puanlarının depolama süresince değişimi

Şekil 4.45 incelendiğinde depolamanın 1. ve 15. günlerinde tadı en çok beğenilen Tulum peyniri LR olmuştur. K ise tadı en az beğenilen Tulum peyniri olmuştur. Depolamanın 45. günü tat puanı en yüksek olan peynir belirgin şekilde LC olmuştur. 45. günde LR ikinci sırada iken tadı en az beğenilen peynir K olmuştur. Depolamanın 90. gününde tadı en çok beğenilen peynir belirgin şekilde LC iken tadı en az beğenilen peynir LR olmuştur. Depolamanın 180. gününde ise Tulum peynirlerinin tat puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte tadı en çok beğenilen peynir LA en az beğenilen peynir ise LR olmuştur.

4.4.6.5. Tulum Peynirlerinin Genel Kabul Edilebilirlik Puanları

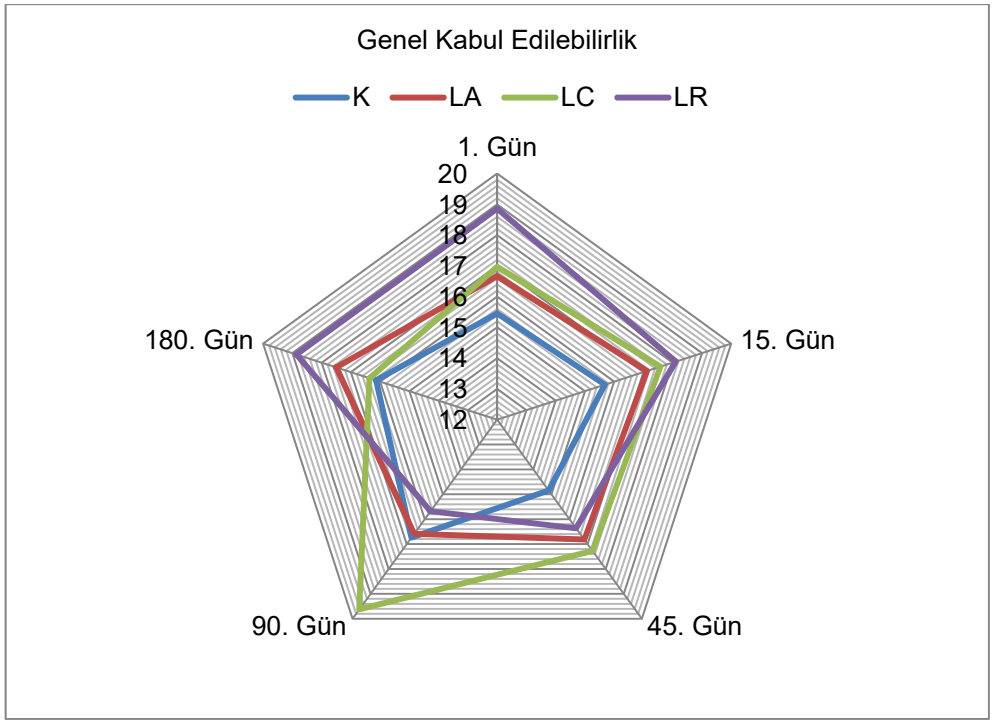
Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde belirlenen genel kabul edilebilirlik puanları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.39'da ve bu değerlerle oluşturulan örümcek ağı grafiği Şekil 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Tulum peyniri genel kabul edilebilirlik puanları (n=3)

Genel K. E.	K	LA	LC	LR
1. Gün	14.96 ± 0.51^{Ba}	16.51 ± 1.60^{ABa}	17.04 ± 1.05^{Aa}	18.50 ± 0.67^{Aa}
15. Gün	15.45 ± 0.93^{Aa}	17.05 ± 2.48^{Aa}	17.55 ± 1.37^{Aa}	18.35 ± 3.38^{Aa}
45.Gün	14.85 ± 2.62^{Aa}	16.52 ± 2.50^{Aa}	17.27 ± 2.09^{Aa}	16.36 ± 2.77^{Aa}
90. Gün	16.94 ± 4.46^{Aa}	16.59 ± 1.77^{Aa}	19.56 ± 1.22^{Aa}	15.71 ± 2.97^{Aa}
180. Gün	16.14 ± 0.32^{Aa}	17.50 ± 1.61^{Aa}	16.37 ± 2.57^{Aa}	19.09 ± 1.92^{Aa}

^{A,B,C}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)
^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. ($p<0.05$)

Çizelge 4.39 incelendiğinde depolamanın 15., 45., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 1. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.



Şekil 4.46. Tulum peyniri genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresince değişimi

Şekil 4.46 incelendiğinde depolamanın 1. ve 15. günlerinde en çok beğenilen Tulum peyniri belirgin şekilde LR olmuştur. Bunu sırasıyla LC ve LA izlemiştir. K ise depolamanın 1., 15. ve 45. günlerinde belirgin şekilde en az beğenilen Tulum peyniri olmuştur. Depolamanın 45. günü genel kabul edilebilirlik puanı en yüksek olan peynir LC olmuştur. Genel kabul edilebilirlik puanlarına göre LA ve LR ikinci ve üçüncü sırada yer almışlardır. Depolamanın 90. gününde en çok beğenilen peynir belirgin şekilde LC, en az beğenilen peynir ise LR olmuştur. Depolamanın 180. gününde ise genel kabul edilebilirlik puanı en yüksek olan peynir LR, genel kabul edilebilirlik puanı en düşük olan peynir ise K olmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada sağlığa faydalı etkileri sonucu kullanımı giderek yaygınlaşan probiyotik laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus acidophilus* (LA-5®), *Lactobacillus casei* 431® ve *Lactobacillus rhamnosus* LR'un starter kültür (Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ile birlikte kullanılmasıyla Tulum peynirleri üretilmiş ve bu Tulum peynirlerinin olgunlaşma süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Araştırmada sadece starter kültür (Valiren® C 1 M *Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanılarak üretilen Tulum peyniri (K), *Lactobacillus acidophilus* (LA-5®) ve starter kültür kullanılarak üretilen Tulum peyiri (LA), *Lactobacillus casei* 431® ve starter kültür kullanılarak üretilen Tulum peyiri (LC), *Lactobacillus rhamnosus* LR ve starter kültür kullanılarak üretilen Tulum peyiri (LR) olmak üzere dört farklı Tulum peyniri üretilmiştir. Üretilen peynirler 180 gün süresince 4±1°C'de depolanmış ve depolamanın 1., 15., 45., 90., ve 180. günlerinde bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Bu bölümde K, LA, LC ve LR peyniraltı sularının ve peynirlerinin 180 günlük depolama süresince özelliklerinde meydana gelen değişimler özetlenmiş ve tartışılmıştır.

Peyniraltı Suyu Özellikleri ve Ham Peynir Verimi

- Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin peyniraltı sularının pH ve asitlik değerleri arasında istatistiksel yönden önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Peyniraltı sularının pH değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla LR, K, LA, LC şeklinde olmuştur. En yüksek asitlik değerine sahip olan peyniraltı suları ise sırasıyla LC ve LA olmuştur.

- Tulum peynirlerinin peyniraltı sularının % yağ, % protein, % kuru madde değerleri ve ham peynir verimi arasında istatistiksel yönden önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). En yüksek % yağ değerine sahip peyniraltı suyu LA, En düşük % yağ değerine sahip peyniraltı suyu ise LR olmuştur. Peyniraltı sularının % protein değerleri büyükten küçüğe doğru LC, LR, LA, K, % kuru madde değerleri ise büyükten küçüğe doğru LA, LC, K, LR şeklinde olmuştur. Peyniraltı sularının % yağ ve % kuru madde değerleri sıralaması birbirlerine paralel olmuştur. Ham peynir verimi değerleri ise peyniraltı suyu % protein oranları ile paralel olmuştur. Telemeden ayrılan peyniraltı suyu miktarı arttıkça ham peynir verimi ve peyniraltı suyu % protein oranı düşmüştür.

Tulum Peynirlerinin Özellikleri

- Tulum peynirlerinin pH değerleri 180 günlük depolama süresince düşmüştür. K ve LR Tulum peynirlerinin pH değerleri depolama süresince birbirlerine daha yakın olmakla birlikte 180. gün en yüksek pH değeri K Tulum peynirinde ölçülmüştür. Depolama süresince en düşük pH değerleri sırasıyla LC ve LA Tulum peynirinde ölçülmüştür. Tulum peynirlerinin % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerleri depolama süresince artmıştır. Depolama süresince en yüksek titrasyon asitliği değerlerine sırasıyla LC ve LA Tulum peynirleri sahip olmuştur. Depolamanın 180. gününde LA, LC ve LR örneklerinin titrasyon asitliği değerleri birbirine yakınken K örneğinin titrasyon asitliği değeri nisbeten daha düşük çıkmıştır.Depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin pH değerleri arasında, 180. gününde ise titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K Tulum peynirinin pH değerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) değilken, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin pH değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde

farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin % laktik asit cinsinden ölçülen titrasyon asitliği değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

- Depolama süresince Tulum peynirlerinin % kuru madde, % yağ ve % protein değerleri birbirlerine paralel olarak artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu artışın sebebi ambalaj materyali olarak kullanılan hayvan derilerinden kaynaklanmaktadır. Tulum peynirlerinde depolama süresince deri gözeneklerinden süzülme ve buharlaşma yoluyla su kaybı meydana gelmekte ve Tulum peynirinin kuru madde miktarı artmaktadır. Buharlaşma yoluyla meydana gelen su kaybı, depolama yapılan ortamın bağıl neminin ayarlanmasıyla kontrol altında tutulabilecektir. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % kuru madde, % yağ ve % protein değerleri birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin % kuru madde, % yağ ve % protein değerlerindeki artış diğer örneklere nisbeten daha az olmuştur. Tulum peynirlerinin kuru maddede % yağ değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır ve depolama süresince bu değerler yaklaşık % 50 olmuştur. Depolama süresince Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede % protein değerlerinde küçük dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Genel olarak 90. ve 180. gün kuru maddede % protein değerleri, 1., 15. ve 45. gün değerlerinden bir miktar daha yüksek belirlenmiştir. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin protein değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.
- Tulum peynirlerinin % tuz değerleri, 180 günlük depolama süresi sonunda artmıştır. Depolama süresince Tulum peynirlerinin suda çözünen tuz içeriğinin bir kısmı derilerden suyun süzülmesiyle peynirden uzaklaşmıştır. Fakat genel olarak deri Tulum peynirlerinden depolama süresince

buharlaşarak ayrılan su kaybıyla birlikte, % kuru madde oranları artmış, buna paralel olarak da Tulum peynirlerinin % tuz oranları artmıştır. Depolama süresince Tulum peynirlerinin kuru maddede % tuz değerleri yaklaşık % 6 olmuştur. Depolama süresince LA Tulum peynirinin % tuz değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

- Tulum peynirlerinin % kül değerleri 180 günlük depolama süresince artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu süreçte peynir örneklerindeki kül miktarının artışı büyük oranla % kuru madde artışından kaynaklanmıştır. Peynir örneklerinin % tuz miktarları, % kül miktarlarını önemli ölçüde etkilemiştir.
- Tulum peynirlerinin penetrometre değerleri, depolama süresince peynirler sıkılaştığı için, sürekli düşmüştür. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin penetrometre değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuş, fakat LR Tulum peynirinin penetrometre değerlerindeki düşüş istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). K, LA ve LC Tulum peynirlerinin penetrometre değerleri depolama süresince birbirine yakın olmuştur. LR Tulum peynirinin penetrometre değerleri ise depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinden yüksek olmuştur. LR Tulum peynirinin yapısı depolama süresince belirgin şekilde K, LA ve LC Tulum peynirlerinden daha gevşek olmuştur.
- Tulum peynirlerinde % oleik asit cinsinden ölçülen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerleri sürekli artmıştır. LC Tulum peyniri depolamanın 1. gününde en yüksek toplam serbest yağ asitleri değerine sahipken, depolamanın 90. ve 180. günlerinde en düşük toplam serbest yağ asitleri değerlerine sahip olmuştur. Toplam serbest yağ asitleri değerlerinde en hızlı yükselişi LA Tulum peyniri örnekleri göstermekle birlikte K

Tulum peyniri örnekleri 2. sırada yer almaktadır. Depolama sonunda laktik asit bakteri sayıları fazla olan Tulum peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri laktik asit bakteri sayıları az olan Tulum peynirlerine göre daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durumun zayıf lipolitik etki gösteren laktik asit bakterilerinin azalmasıyla, lipolitik aktivitesi nispeten daha yüksek olan mikroorganizmaların Tulum peynirinde daha rahat çoğalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin % oleik asit cinsinden ölçülen toplam serbest yağ asitleri (g/100g yağ) değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, depolamanın 15., 45., 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

- Tulum peynirlerinin % suda çözünen azot (SÇA) değerleri depolama süresince artmıştır. Bu artış, su kaybı ile % kuru maddenin artması ve peynirlerin proteolizinden kaynaklanmaktadır. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % SÇA değerleri depolama süresince birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin % SÇA değerleri depolama süresince diğer üç peynirin % SÇA değerlerinden, depolama sonuna doğru artan bir şekilde daha yüksek olmuştur. % SÇA değerleri ile bağlantılı olarak Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi değerleri depolama süresince genel olarak artmıştır. LR Tulum peynirinin olgunlaşma derecesi değerleri depolama süresince diğer üç peynirin olgunlaşma derecesi değerlerinden daha yüksek olmuştur. Depolamanın 1., 15., 90. ve 180. günlerinde starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin SÇA ve olgunlaşma derecesi (%) değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 45. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K Tulum peyniri örneklerinin suda çözünen azot (%) değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı

bulunmamış ($p>0.05$), LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin suda çözünen azot (%) değerlerindeki artış ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince LA ve LC Tulum peynirlerinin olgunlaşma derecesi değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

- Tulum peynirlerinin kazein azotu değerleri depolama süresince genel olarak artmıştır. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin % kazein azotu değerleri birbirine yakın olmuştur fakat LR Tulum peynirinin kazein azotu miktarındaki artış diğer peynirlere nisbeten daha az olmuştur. Tulum peynirlerinde depolama sürecinde meydana gelen proteoliz sonucu artan suda çözünen azot; kazein azotu miktarını azaltmasına rağmen Tulum peynirlerinde depolama süresince su kaybıyla birlikte % kuru madde oranı artmış, buna paralel olarak da % kazein azotu oranında artış gerçekleşmiştir. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin % kazein azotu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.
- Depolama süresince Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri genel olarak artmıştır. K Tulum peynirinin toplam serbest aminoasit değerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) değilken, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolamanın 1. ve 15. günlerinde LA ve LC Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri birbirine çok yakın olmakla beraber K ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerlerinden belirgin şekilde yüksek olmuştur. Depolamanın 90. gününde LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin toplam serbest aminoasit değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte K Tulum peynirinden belirgin şekilde yüksektir. Depolamanın 180. gününde ise net bir ayrışma ile en yüksek

toplam serbest aminoasit değerine LC Tulum peyniri sahipken bunu sırasıyla LA ve LR Tulum peynirleri takip etmiştir.

- Starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürleri ile üretilen Tulum peynirlerinin 180 günlük depolama süresinin 1., 90. ve 180. günlerinde suda çözünmeyen kazein fraksiyonlarının elektroforetogramları çıkarılmış ve dansitometrik değerleri elde edilmiştir. Tulum peynirlerinin suda çözünmeyen kazein fraksiyonlarının elektroforetogram bantlarındaki dağılımı birbirinden farklı olmuştur. LR Tulum peynirinin kazein hidrolizi diğerlerinden belirgin şekilde ayrılmıştır. Depolamanın 1. gününde bu farklılıkların oluşması, starter kültür ve farklı probiyotik laktik asit bakteri kültürlerinin süte ilavesiyle üretilen telemenin derilere basılması ve Tulum peynirlerinin 7 gün ön olgunlaştırılması sürecinde kazein hidrolizinin devam etmesinden kaynaklanmaktadır. Depolamanın 90. gününe kadar kazein hidrolizi hızlı bir şekilde devam etmiştir. Bu süreçte de LR Tulum peyniri örneklerindeki kazein hidrolizi belirgin şekilde diğerlerinden daha fazla olmuştur. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar kazein hidrolizi nispeten daha yavaş ilerlemiştir. Tulum peyniri örneklerinde α_{s1}-kazein miktarı depolamanın 90. gününe kadar hızla azalmış daha sonra azalmamıştır. α_{s1}-Kazein miktarındaki en fazla düşüşü LR Tulum peyniri, en az düşüşü ise K Tulum peyniri göstermiştir. K, LA ve LR Tulum peynirlerinde β-kazein miktarı depolamanın 90. gününe kadar azalmıştır. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar LA ve LR örneklerinde β-kazein miktarındaki azalma yavaşlayarak devam etmiş, K örneğinde ise durmuştur. Depolama süresince LC örneğinin β-kazein miktarında azalmamıştır. Tulum peynirlerinin α_{s1}-kazein ve β-kazein oranları birbirlerinden farklıdır. Depolamanın 1. gününde en yüksek α_{s1}-kazein ve β-kazein oranına sırasıyla K ve LA örnekleri, en düşük α_{s1}-kazein ve β-kazein oranına ise sırasıyla LR ve LC örnekleri sahiptir. Depolamanın 90. ve 180 günlerinde α_{s1}-kazein bakımından bu sıralama değişmemiştir.

Depolamanın 90. gününde en yüksek β-kazein oranına K örneği, 180. gün ise LC örneği sahip olmuştur. Depolamanın 90. ve 180. günlerinde en düşük β-kazein oranına LR örneği sahip olmuştur. Tulum peynirlerinin tamamında depolamanın 90. gününe kadar α_{s1}-kazein oranı azalmış, 90. günden 180. güne kadar ise çok az miktarda artmıştır. Depolama süresince α_{s1}-kazein oranındaki en belirgin azalış LR Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. Depolamanın 90. gününe kadar K, LA ve LR Tulum peynirlerinin β-kazein oranları azalmıştır. 90. günden 180. güne kadar LA ve LR Tulum peynirlerinin β-kazein oranlarında nispeten daha yavaş bir şekilde azalma devam etmiştir. 180 günlük depolama süresince LC Tulum peynirinin β-kazein oranı artmıştır.

- Tulum peynirlerinin asetik asit değerleri depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar azalmıştır. En belirgin azalış LR Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar ise asetik asit değerleri artmıştır. En az artış LR Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. LC Tulum peyniri asetik asit miktarı depolama süresince diğer örneklerden yüksek olmuştur. Depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin asetik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, depolamanın 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.
- Depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar K, LC ve LR Tulum peynirlerinin bütirik asit miktarı artmıştır. En hızlı artış LR Tulum peynirinde olmuştur. LA Tulum peynirinde ise küçük bir azalma gözlemlenmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin bütirik asit miktarı hızlanarak armıştır. Depolama sonunda en yüksek bütirik asit miktarı LR Tulum peynirinde, en düşük bütirik asit miktarı ise belirgin şekilde LC Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. Depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin bütirik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli

düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin bütirik asit değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

- Depolama süresince Tulum peynirlerinin tamamında laktik asit miktarı artmıştır. K Tulum peynirinin laktik asit değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) bulunmamış, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin laktik asit değerlerindeki artış ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Laktik asit miktarındaki artış depolama sonuna doğru yavaşlayarak devam etmiştir. Depolama sonunda en yüksek laktik asit miktarına LC ve LA Tulum peynirleri sahipken LR Tulum peynirinin laktik asit miktarı depolama süresince diğerlerinden belirgin şekilde düşük olmuştur. Depolamanın 1. ve 90. günlerinde Tulum peynirlerinin laktik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.
- Depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar LA, LC ve LR Tulum peynirlerinde propiyonik asit miktarı azalmış, K Tulum peynirinde ise bir miktar artmıştır. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar Tulum peynirlerinin tamamında propiyonik asit miktarı azalmıştır. Depolama süresince LR Tulum peyniri örneklerinin propiyonik asit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) bulunmamış, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin propiyonik asit değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek propiyonik asit miktarına K örneği sahipken LC örneğinin propiyonik asit miktarı belirlenememiştir. Depolamanın 1., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin propiyonik asit değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($p<0.05$).

- Depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar Tulum peynirlerinin pürivik asit miktarı artmıştır. En belirgin artış K Tulum peynirinde gerçekleşmiştir. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar LC Tulum peynirinin pürivik asit miktarı azalmıştır. K, LA ve LR Tulum peynirlerinin pürivik asit miktarları ise artmıştır. Depolama sonunda en yüksek pürivik asit miktarına sırasıyla LA ve K Tulum peynirleri sahip olmuştur. Depolama süresince en düşük pürivik asit miktarına sırasıyla LR ve LC Tulum peynirleri sahip olmuştur. Depolamanın 1. Gününde Tulum peynirlerinin pürivik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, depolamanın 90. ve 180. günlerinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince LR Tulum peyniri örneklerinin pürivik asit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuş, K, LA ve LC Tulum peynirlerinin pürivik asit değerlerindeki değişim ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p>0.05$) bulunmamıştır.
- Depolamanın 1. gününden 90. gününe kadar LA ve LC Tulum peynirlerinin sitrik asit miktarı azalmış, K ve LR Tulum peynirlerinin sitrik asit miktarı ise artmıştır. Depolamanın 90. gününden 180. gününe kadar bütün Tulum peynirlerinin sitrik asit miktarı artmıştır. Depolama süresince Tulum peynirlerinin sitrik asit değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p>0.05$) bulunmamıştır. Depolama sonunda en düşük sitrik asit miktarı LC Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. Depolama süresince en yüksek sitrik asit miktarına K Tulum peyniri sahip olmuştur. Depolamanın 1., 90. ve 180. Günlerinde Tulum peynirlerinin sitrik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.
- Depolamanın ilk 15 günü tüm Tulum peynirlerinin LAB sayıları artmıştır. Depolamanın 1. gününde en yüksek LAB sayısı LC Tulum peynirinde, en

düşük LAB sayısı LR Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Depolamanın 15. gününde en yüksek LAB sayısı en fazla artış gösteren K Tulum peynirinde, en düşük LAB sayısı LR Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Depolamanın 15. gününden 180. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin LAB sayılarında sürekli bir azalış olmuştur. Depolamanın 45. gününde toplam LAB sayısında en az düşüş gösteren LR Tulum peyniri en yüksek, en fazla düşüş gösteren K Tulum peyniri ise en düşük toplam LAB sayısına sahip olmuştur. Depolamanın 90. gününde en yüksek LAB sayısı LR Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. K Tulum peyniri ise en düşük LAB sayısına sahip olmuştur. Depolamanın 180. gününde en yüksek LAB sayısına sırasıyla LC ve LR Tulum peynirleri, en düşük LAB sayısına ise K ve LA Tulum peynirleri sahip olmuştur. Depolamanın 1., 15. ve 45. günlerinde Tulum peynirlerinin toplam LAB sayıları (log kob/g) arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 90. ve 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm Tulum peynirlerinin toplam LAB sayılarındaki (log kob/g) değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

- Depolama süresince Tulum peynirlerinin sertlik değerleri artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama boyunca LR Tulum peynirinin sertlik değeri diğerlerinden daha yavaş artmıştır. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin sertlik değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin sertlik değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin sertlik değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.
- Depolamanın 1. günü K Tulum peynirinin esneklik değeri belirgin şekilde diğerlerinden yüksek olmuştur. Depolamanın 45. gününe kadar K Tulum

peynirinin esneklik değeri hızlı bir düşüş göstererek LA ve LC Tulum peynirlerine yakınlaşmıştır. Depolamanın 180. gününde bütün Tulum peynirlerinin esneklik değerleri 1. gününe nispeten daha düşük ve birbirlerine daha yakın bulunmuştur. Depolamanın 1., 15., ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiş ($p>0.05$), 45. ve 90. günlerinde ise önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince, K, LA, ve LR Tulum peynirlerinin esneklik değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamış ($p>0.05$), LC Tulum peynirinde ise önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

- Depolamanın 1. gününden 15. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri artmış, 15. günden 45. güne kadar ise düşmüştür. Depolamanın 45. gününe kadar en fazla düşüşü LA, en az düşüşü K Tulum peyniri göstermiştir. Depolamanın 45. gününde K ve LR Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri belirgin şekilde LA ve LC Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinden yüksek bulunmuştur. Depolamanın 45. gününden 180. gününe kadar tüm Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri artmıştır. Depolamanın 90. gününde, K, LA ve LR Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri birbirlerine yakınken LC Tulum peynirinin iç yapışkanlık değeri belirgin şekilde daha düşük olmuştur. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin büyükten küçüğe doğru iç yapışkanlık değerleri sırasıyla K, LA, LR ve LC şeklinde olmuştur. Depolamanın 180. gününde bütün Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri 1. günde ölçülen iç yapışkanlık değerlerinden yüksek bulunmuştur. Depolamanın 1., 15., 45. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiş, 90. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama

süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuş, LR Tulum peynirinin iç yapışkanlık değerindeki değişim ise önemli düzeyde farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

- Depolama süresince Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama boyunca sakızımsılık değerlerindeki en yavaş artış LR Tulum peynirinde olmuştur. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin sakızımsılık değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin sakızımsılık değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.
- Depolama süresince Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama boyunca çiğnenebilirlik değerlerindeki en yavaş artış LR Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. K, LA ve LC Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın ilk 90 günü birbirine yakın olmuştur. Depolamanın 90. gününden sonra K Tulum peynirinin çiğnenebilirlik değeri diğerlerinden belirgin şekilde daha fazla artmıştır. Depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemişken ($p>0.05$), 15., 45., 90. ve 180. günlerindeki çiğnenebilirlik değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.
- Tulum peynirlerinin tamamının elastiklik değerleri depolamanın 15. gününe kadar artmış daha sonra depolamanın 45. gününe kadar düşmüştür. Depolamanın 45. gününden 180. gününe kadar K, LA ve LC Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri artmıştır. LR Tulum peynirinin elastiklik

değeri depolamanın 45. gününden 90. gününe kadar düşmeye devam etmiş daha sonra 180. güne kadar artış göstermiştir. Depolamanın 180. gününde Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri belirgin şekilde farklılık göstermiş, en yüksek elastiklik değerine K Tulum peyniri sahip olmuştur. Bunu sırasıyla LA ve LC Tulum peynirleri izlemiştir. Depolama boyunca en yüksek elastiklik değerine K Tulum peyniri sahip olmuştur. Tüm Tulum peyniri örneklerinin 180. gündeki elastiklik değerleri 1. gündeki elastiklik değerlerinden yüksek olmuştur. Depolamanın 1. gününde Tulum peynirlerinin elastiklik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemişken ($p>0.05$), 15., 45., 90. ve 180. günlerindeki elastiklik değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince, K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin elastiklik değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur.

- Depolama süresince en yüksek kesit ve görünüş puanları LR Tulum peynirine verilmiştir. Kesit ve görünüş puanları açısından 1., 45. ve 180. günlerde LC, 15. gün LA, 90. gün ise K Tulum peyniri ikinci sırada olmuştur. Depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde Tulum peynirlerinin kesit ve görünüş puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.
- Depolamanın 1., 15. ve 180. günlerinde LR Tulum peyniri, 45. ve 90. günlerinde ise LC Tulum peyniri en yüksek yapı puanlarını almıştır. K Tulum peynirinin yapısı depolama süresince en az beğenilen veya en az beğenilene yakın puanlarda olmuştur. Depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde Tulum peynirlerinin yapı puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA ve LR Tulum peynirlerinin yapı puanları

arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, LC Tulum peynirinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

- Depolamanın 1. gününde tüm peynirlerin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte kokusu en çok beğenilen Tulum peyniri K, en az beğenilen ise LR olmuştur. Depolamanın 15. gününde kokusu en az beğenilen peynir LA olmuştur. Diğer üç peynirin koku puanı birbirlerine yakın olmakla birlikte en yüksek koku puanına LC Tulum peyniri sahip olmuştur. Depolamanın 45. gününde LC Tulum peynirinin koku puanı belirgin şekilde diğerlerinden yüksek olmuştur. Depolamanın 90. gününde tüm peynirlerin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte kokusu en çok beğenilen Tulum peyniri LA, en az beğenilen ise K olmuştur. Depolamanın 180. gününde belirgin şekilde en yüksek koku puanını alan Tulum peyniri LR olmuştur. Diğer üç peynirin koku puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte LA Tulum peyniri kokusu en az beğenilen peynir olmuştur. Depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde Tulum peynirlerinin koku puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 180. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA ve LC Tulum peynirlerinin koku puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, LR Tulum peynirinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir.
- Depolamanın 1. ve 15. günlerinde tadı en çok beğenilen Tulum peyniri LR olmuştur. K ise tadı en az beğenilen Tulum peyniri olmuştur. Depolamanın 45. günü tat puanı en yüksek olan peynir belirgin şekilde LC olmuştur. 45. günde LR ikinci sırada iken tadı en az beğenilen peynir K olmuştur. Depolamanın 90. gününde tadı en çok beğenilen peynir belirgin şekilde LC iken tadı en az beğenilen peynir LR olmuştur. Depolamanın 180. gününde ise Tulum peynirlerinin tat puanları birbirlerine yakın olmakla birlikte tadı

en çok beğenilen peynir LA en az beğenilen peynir ise LR olmuştur. Depolamanın 1., 15., 45., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin tat puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin tat puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

- Depolamanın 1. ve 15. günlerinde belirgin şekilde en çok beğenilen Tulum peyniri LR olmuştur. Bunu sırasıyla LC ve LA izlemiştir. K ise depolamanın 1., 15. ve 45. günlerinde belirgin şekilde en az beğenilen Tulum peyniri olmuştur. Depolamanın 45. günü genel kabul edilebilirlik puanı en yüksek olan peynir LC olmuştur. Genel kabul edilebilirlik puanlarına göre LA ve LR ikinci ve üçüncü sırada yer almışlardır. Depolamanın 90. gününde belirgin şekilde en çok beğenilen peynir LC, en az beğenilen peynir ise LR olmuştur. Depolamanın 180. gününde ise genel kabul edilebilirlik puanı en yüksek olan peynir LR, genel kabul edilebilirlik puanı en düşük olan peynir ise K olmuştur. Depolamanın 15., 45., 90. ve 180. günlerinde Tulum peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiş, 1. gününde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince K, LA, LC ve LR Tulum peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları arasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

Probiyotik laktik asit bakterilerinin starter kültür ile birlikte Tulum peyniri üretiminde kullanımı özellikle LAB sayısı ve duyusal özellikler açısından peyniri daha üstün hale getirmiştir. LC ve LR Tulum peynirlerinde 180 gün depolama süresi sonunda laktik asit bakteri sayısının 10^7 kob/g'dan fazla çıkması, Tulum peynirinin probiyotiklerin taşıyıcısı olarak kullanılmasının oldukça etkin bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Probiyotik Tulum peyniri geleneksel

peynir yapım teknolojisinde çok az bir değişim ile üretilebilecektir. Duyusal analizler sonucu probiyotik laktik asit bakterileri ile üretilen Tulum peynirleri (özellikle LC ve LR) daha fazla beğenilmiştir. Ülkemizde en çok üretilen peynir türlerinden biri olan Tulum peynirinin probiyotik kültürlerden yararlanılarak üretimi, ülkemiz insanının sağlıklı bir şekilde beslenmesini teşvik edecek, ülkemiz peynir endüstrisinin ürün yelpazesini genişletecek ve değeri arttırılmış peynir türlerinin imalatı ve satışı peynir üreticilerinin piyasadaki pazar payını arttıracaktır.

KAYNAKLAR

Abd El-Gawad, M. A. M., Ahmed, N. S., 2011. Cheese Yield as Affected by Some Parameters Review. ACTA Scientiarum Polonurum, Technologia Alimentaria, 10(2):131-153.

Abd El-Salam, M. H., Alichanidis, E., 2004. Cheeses Varieties Ripened in Brine. (P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, T. P. Guinee editörler). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 1, Elsevier Academic Press, London, s.227-249.

Ak, M. M., Lokumcu-Altay, F., 2011. Peynirde Reoloji ve Tekstür. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.367-416.

Akalın, A. S., 2011. Peynirin Beslenme ve Sağlık Etkisi. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.459-488.

Akalın, A. S., Gönç, S., Akbaş, Y., 2002. Variation in Organic Acids Content During Ripening of Pickled White Cheese. Journal of Dairy Science, 85:1670-1676.

Akan, E., Kınık. Ö., 2015. Gıda Üretimi ve Depolanması Sırasında Probiyotiklerin Canlılıklarını Etkileyen Faktörler. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(2):155-166.

Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C. and Yıldız, M. A., 2003. Changes of Free Fatty Acid Contents and Sensory Properties of White Pickled Cheese during Ripening. Food Chemistry, 80(1):77-83.

Al-Otaibi, M. M., Wilbey, R. A., 2006. Effect of Chymosin Reduction and Salt Substitution on the Properties of White Salted Cheese. International Dairy Journal, 16(8):903-909.

Altuğ, T., Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 130s.

Ammor, S., Tauveron, G., Dufour, E., Chevallier, I., 2006. Antibacterial Activity of Lactic Acid Bacteria Against Spoilage and Pathogenic Bacteria Isolated from the Same Meat Small-Scale Facility 1-Screening and Characterization of the Antibacterial Compounds. Food Control, 17(6):454-461.

Anka, P. V., Jovanovic, S., Mila, S., Krajinovic, M., Anka, K., Dragica, M. and Jelena, K., 2008. The Quality Influence of Goat Milk and Technology of Production on the Characteristic of the Goat Milk Cheese of the Camembert Type. Acta Veterinaria (Belgrad), 58(5-6):521-529.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. 19th ed. Gaithersburg, (Method 920.124; Method 939.02; Method 2000.18)

Aslaner, A., 2008. Geleneksel Yöntem ve Farklı Sütlerden Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen ve Farklı Ambalaj Materyallerinde Olgunlaştırılan Erzincan Tulum Peynirinde Bazı Kalite Niteliklerinin Tespiti. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 165s.

Ateş, G., Patır, B., 2001. Starter Kültürlü Tulum Peynirinin Olgunlaşması Sırasında Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler Üzerine Araştırmalar. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 15(1):45-56.

_____, 2003. Tulum Peynirinin Olgunlaşması Sırasında Laktik Asit Bakteri Florasının Değişimi Üzerine Araştırmalar. Gıda, 28(3):241-250.

Awad, S., 2006. Texture and Flavour Development in Ras Cheese Made from Raw and Pasteurised Milk. Food Chemistry, 97(3):394-400.

Ayyash, M., Abu-Jdayil, B., Hamed, F., Shaker, R., 2018. Rheological, Textural, Microstructural and Sensory Impact of Exopolysaccharide- Producing *Lactobacillus Plantarum* Isolated from Camel Milk on Low-Fat Akawi Cheese. LWT-Food Science and Technology, 87:423-431.

Azak, M. G., Kılıç, H., Hızlısoy, H., Abay, S., 2012. Erzincan İli Tulum Peynirlerinden *Listeria* ssp. İzolasyonu ve İdentifikasyonu. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(3):149-156.

Başyiğit Kılıç, G., Kuleaşan, H., Eralp, İ., Karahan, A. G., 2009. Manufacture of Turkish Beyaz Cheese Added with Probiotic Strains, LWT - Food Science and Technology, 42(5):1003-1008.

Bayar, N., Özrenk, E., 2011. The Effect of Quality Properties on Tulum Cheese Using Different Package Materials. African Journal of Biotechnology, 10(8):1393-1399.

Bekers, M., Marauska, M., Laukevics, J., Grube, M., Vigants, A., Karklina, D., Skudra, L., Viesturs, U., 2001. Oats and Fat-Free Milk Based Functional Food Product. Food Biotechnology, 15(1):1-12.

Bergamini, C. V., Hynes, E. R., Zalazar, C. A., 2006. Influence of Probiotic Bacteria on the Proteolysis Profile of a Semi-Hard Cheese. International Dairy Journal, 16(8):856-866.

Bevilacqua, A. E., Califano, A. N., 1992. Changes in Organic Acids During Ripening of Port Salut Argentino Cheese. Food Chemistry, 43(5):345-349.

Bezerra, T. K. A., Araujo, A. R. R., Nascimento, E. S., Matos Paz, J. E., Gadelha, C. A., Gadelha, T. S., Pacheco, M. T. B., Egypto Queiroga, R. C. R., Oliveira, M. E. G., Madruga, M. S., 2016. Proteolysis in Goat ‘‘Coalho” Cheese Supplemented with Probiotic Lactic Acid Bacteria. Food Chemistry 196:359-366.

Bezerra, T. K. A., Arcanjo, N. M. O., Araujo, A. R. R., Queiroz, A. L. M., Oliveira, M. E. G., Gomes, A. M. P., Madruga, M. S., 2017a. Volatile Profile in Goat Coalho Cheese Supplemented with Probiotic Lactic Acid Bacteria. LWT - Food Science and Technology, 76:209-215.

Bezerra, T. K. A., Arcanjo, N. M. O., Garcia, E. F., Gomes, A. M. P., Egypto Queiroga, R. C. R., Souza, E. L., Madruga, M. S., 2017b. Effect of Supplementation with Probiotic Lactic Acid Bacteria, Separately or Combined, on Acid and Sugar Production in Goat ‘Coalho’ Cheese. LWT - Food Science and Technology, 75:710-718.

Blades, M., 2000. Functional Foods or Nutraceuticals. Nutrition and Food Science, 30(2):73-75.

Blaiotta, G., Murru, N., Di Cerbo, A., Succi, M., Coppola, R., Aponte, M., 2017. Commercially Standardized Process for Probiotic "Italico" Cheese Production. LWT – Food Science and Technology, 79:601-608.

Blakesley, R.W., Boezi, J.A., 1977. A New Staining Technique for Proteins in Polyacrylamid Gels Using Coomassie Brillant Blue G250. Analytical Biochemistry, 82(2):580-581.

Bontinis, T. G., Mallatoua, H., Pappa, E. C., Massouras, T., Alichanidis, E. 2012. Study of Proteolysis, Lipolysis and Volatile Profile of a Traditional Greek Goat Cheese (Xinotyri) During Ripening. Small Ruminant Research, 105(1-3):193-201.

Bourne, M., 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, New York, 427p.

Boylston, T. R., Vinderola, C. G., Ghoddusi, H. B., Reinheimer, J. A., 2004. Incorporation of Bifidobacteria into Cheeses: Challenges and Rewards. International Dairy Journal, 14 (5):375-387.

Bozkurt, H., Aslım, B., 2004. İmmobilizasyonun Probiyotik Kültürlerde Kullanımı. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2(7):1-14.

Bradley, R. L., Arnold, E., Barbano, D. M., Semerad, R. G., Smith, D. E., Vines, B. K., 1993. Chemical and Physical Methods (R. T. Marshall, editor). Standart Methods for Examination of Dairy Products, 16th Edn, American Public Health Association, Washington Dc, Pp:433-531.

Buffa, M., Guamis, B., Saldo, J., Trujillo, A. J., 2004. Changes in Organic Acids During Ripening of Cheeses Made from Raw, Pasteurized or High-Pressure-Treated Goats' Milk. LWT Science and Technology, 37(2):247-253.

Buriti, F. C. A., Da Rocha, J. S., Assis, E. G., Saad, S. M. I., 2005. Probiotic Potential of Minas Fresh Cheese Prepared with the Addition of *Lactobacillus paracasei.* Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, 38:173-180.

Büyükyörük, S., Soyutemiz, G. E., 2010. Geleneksel Olarak Üretilmiş İzmir Tulum Peynirinden *Lactococcus lactis* (*Lactococcus lactis* alttür *lactis* ve alttür *cremoris*) Suşlarının İzolasyonu, Fenotipik ve Moleküler Teknikler ile İdentifikasyonu. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7(2):81-87.

Cakir, Y., Cakmakci, S., Hayaloglu, A. A., 2016. The Effect of Addition of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) and Ripening Period on Proteolysis, Sensory Properties and Volatile Profiles of Erzincan Tulum (Şavak) Cheese Made From raw Akkaraman Sheep's Milk. Small Ruminant Research, 134:65-73.

Cakmakci, S., Gurses, M., Gundogdu, E., 2011. The Effect of Different Packaging Materials on Proteolysis, Sensory Scores and Gross Composition of Tulum Cheesee. African Journal of Biotecnology, 10(21):4444-4449.

Califano, A. N., Bevilacqua, A. E., 2000. Multivariate Analysis of the Organic Acids Content of Gouda Type Cheese During Ripening. Journal of Food Composition and Analysis, 13(6):949-960.

Cardarelli, H. R., Buriti, F. C. A., Castro, I. A., Saad, S. M. I., 2008. Inulin and Oligofructose Improve Sensory Quality and Increase the Probiotic Viable Count in Potentially Synbiotic Petit-Suisse Cheese. LWT, 41(2008):1037-1046.

Careri, M., Spagnoli, S., Panari, G., Zannoni, M., Barbieri, G., 1996. Chemical Parameters of the Non-Volatile Fraction of Ripened Parmigiano-Reggiano Cheese. International Dairy Journal, 6(2):147-155.

Chevanan, N., Muthukumarappan, K., Upreti, P., Metzger, L. E., 2006. Effect of Calcium and Phosphorus, Residual Lactose and Salt-to-Moisture Ratio on Textural Properties of Cheddar Cheese during Ripening. Journal of Texture Studies, 37(6):711-730.

Colak, H., Hampikyan, H., Bingol, E. B., Ulusoy, B., 2007. Prevalence of *L. monocytogenes* and *Salmonella* spp. in Tulum Cheese. Food Control, 18(5):576-579.

Çakır, Y., Çakmakçı, S., 2018. Some Microbiological, Physicochemical and Ripening Properties of Erzincan Tulum Cheese Produced with Added Black Cumin (Nigella sativa L.). Journal of Food Science and Technology, 55(4):1435-1443.

Çakmakçı, S., 2010. Erzincan Tulum Peyniri (Şavak Peyniri). 1. Uluslar arası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, 15-17 Nisan 2010, Tekirdağ, 71-73.

Çayır, 2018. İnek, Keçi Sütü ve Karışımlarından Üretilen Hatay Köy Peynirlerinin Depolama Süresince Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 170s.

Çetin, B., Gürses, M., Şengül, M., 2006. Nispi Nem Değişiminin Tulum Peynirinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 733-736.

Çetinkaya, A., 2005. Yöresel Peynirlerimiz. 1. Baskı, Academic Book Prodiction, Kars, 212s.

Dağdemir, V., 2000. Erzincan İlinde Tulum Peynirinin İmalat Maliyeti ve Pazarlama Marjının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24(1):57-62.

Delgado, F. J., Rodriguez-Pinilla, J., Marquez, G., Roa, I., Ramirez, R., 2015. Physicochemical, Proteolysis and Texture Changes During the Storage of a Mature Soft Cheese Treated by High-Pressure Hydrostatic. European Food Reserach and Technology, 240(6):1167-1176.

Demir, P., Öksüztepe, G., İncili, G. K., İlhak, O. İ., 2017. Vakum Paketli Şavak Tulum Peynirlerinde Potasyum Sorbatın Kullanımı. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 23(1):23-30.

Demirtaş, M., Coşkun, H., 2018. Keçi Sütünden Farklı Pıhtılaştırma Yöntemleri ile Üretilen Tulum Peynirlerinin Olgunlaştırılması Esnasında Meydana Gelen Değişmeler. Gıda, 43(5):835-845.

Dinkci, N., Akalın, A. S., Gönc, S., Ünal, G., 2007. Isocratic Reverse-Phase HPLC for Determination of Organic Acids in Kargı Tulum Cheese. Chromatographia, 66:45-49.

Dinkçi, N., Ünal, G., Akalın, A. S., Varol, S., Gönç, S., 2012. Kargı Tulum Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(3):287-292.

Doi, E., Daisuke, S., Matoba, T., 1981. Modified Colorimetric Ninhydrin Methods for Peptidase Assey. Analytical Biochemistry, 118(1):173-184.

Duman Aydın, B., Gülmez, M., 2008. Erzincan Tulum Peyniri Üretiminde Alternatif Yöntemlerin Araştırılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14(1):67-73.

Durlu Özkaya, F., Gün, İ., 2008. Anadolu'da Peynir Kültürü. Uluslar arası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi (38. ICANAS) Maddi Kültür, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, II. Cilt, Ankara, 485-505.

Emirmustafaoğlu, A., 2011. Keçi Sütü, İnek Sütü ve Bu Sütlerin Karışımından Yapılan Otlu Peynirlerde Olgunlaşma Boyunca Meydana Gelen Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu, 80s.

Enab, A. K., Hassan, F. A. M., Abd El Gawad, M. A. M., 2012. Effect of Manufacture Steps on Cheese Structure (Review). International Journal of Academic Research, 4(6):79-89.

Erceyes, Ö., Yıldırım, M., Yıldırım, Z., 2018. Tulum Peynirinin Toplam Karbonil Madde İçeriği ile Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri. Journal of Animal Science and Products (JASP), 1(1):67-83.

Erdem, G., Patır, B., 2017. Elazığ'da Tüketime Sunulan Tulum Peynirlerinde Histamin Düzeyleri ile Bazı Kimyasal Kalite Parametreleri Üzerine Araştırmalar. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 31(3):235-241.

Erdogan, A., Gurses, M., Sert, S., 2003. Isolation of Moulds Capable of Producing Mycotoxins from Blue Mouldy Tulum Cheeses Produced in Turkey. International Journal of Food Microbiology, 85(1-2):83-85.

Ertürkmen, P., Öner, Z., 2015. Beyaz Peynir Örneklerinden İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Başlatıcı (Starter) Kültür Özelliklerinin Biyokimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(3):9-16.

Evrensel, S. S., Yüksek, N. ve Berberoğlu, S., 1998. Farklı Salamuralarda Olgunlaştırılan Beyaz Peynirlerin Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(1-2):51-56.

Folkertsma, B., Fox, P. F., 1992. Use of Cd-ninhydrin Reagent to Asses Proteolysis in Cheddar Cheese During Cheese Ripening. Journal of Dairy Research, 59(2):217-224.

Fox, P. F., O'Connor, T. P., McSweeney, P. L. H., Guinee, T. P., O'Brien, N. M., 1996. Cheese: Physical, Biochemical, and Nutritional Aspects. Advances in Food and Nutrition Research, 39:163-328.

Garcha, S., Natt, N. K., 2012. In Situ Control of Food Spoilage Fungus Using *Lactobacillus acidophilus* NCDC 291. Journal of Food Science and Thecnology, 49(5):643-648.

Georgala, A., Moschopoulou, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., Kandarakis, I., Anifantakis, E., 2005. Evalution of Lipolysis During the Ripening of Traditional Feta Cheese. Food Chemistry, 93(1):73-80.

Gonzalez de Llano, D., Rodriguez, A., Cuesta, P., 1996. Effect of Lactic Starter Cultures on the Organic Acid Composition of Milk and Cheese During Ripening-Analysis by HPLC. Journal of Applied Bacteriology, 80(5):570-576.

Guler, Z., Uraz, T., 2003. Proteolytic and Lipolytic Composition of Tulum Cheeses. Milchwissenschaft, 58(9-10):502-505.

Gunasekaran, S., Ak, M. M., 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, 434p.

Guven, M., Yerlikaya, S., Hayaloglu, A. A., 2006. Influence of Salt Concentration on the Characteristics of Beyaz Cheese, a Turkish White-Brined Cheese. Lait, 86(1):73–81.

Güler-Akın, M.B., Akın, M.S. ve Konar, A., 2010. Effects of Milk Type and the Packaging Material on the Some Properties of Carra Cheese. 1.Uluslararası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, 15-17 Nisan, Tekirdağ, s.51-53.

Gün, İ., Güzel Seydim, Z. ve Seydim, A. C., 2009. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Farklı Tipteki Peynirlerin Bazı Niteliklerine Etkisi. Gıda, 34(5):309-316.

Gürses, M., Erdoğan, A., Sert, S., 2004. Farklı Depolama Şartlarının *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 Küf Suşu ile Aşılanan Tulum Peynirinde Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28(1):233-238.

Gürsoy, O., Kesentaş, H., 2011. Peynir Mikrobiyolojisi. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.79-120.

Gürsoy, O., Kınık, Ö., 2005. Laktobasiller ve Probiyotik Peynir Üretiminde Kullanım Potansiyelleri. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11(3):361-371.

_____, 2006. Peynir Teknolojisinde Enterokoklar – II: Koruyucu ve Probiyotik Kültür Olarak Kullanımları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(3):91-100.

Güven, M., 1997. Farklı Oranlarda $CaCl_2$ Katılarak Üretilen ve Bağırsakta Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. Gıda Teknolojisi, 2(4):34-43.

Güven, M., Konar, A., 1994a. İnek Sütlerinden Üretilen ve Farklı Ambalajlarda Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri. Gıda, 19(3):179-185.

_____, 1994b. İnek Sütlerinden Üretilen ve Farklı Materyallerde Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. Gıda, 19(5):287-293.

_____, 1996. Keçi Sütünden Üretilen Yarı Sert Kadiz Peyniri Üretimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1):61-70.

Güven, M., Konar, A., Brueckner, H., 2002. Koyun Sütünden Üretilen Tulum Peynirlerinin Serbest Amino Asit İçeriklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2):53-60.

Güven, M., Konar, A., Kleeberger, A., 1995a. İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve Deri Tulumlarda Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi 25. Kuruluş Yılı Özel Sayısı, 203-218.

_____, 1995b. İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve Deri Tulumlarda Farklı Sürelerde Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 19:293-298.

Güven, M., Saydam, İ. B. ve Karaca, O. B., 2006. Kazeinat Kullanımının Beyaz Peynir Randımanı ve Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda Dergisi, 31(4):187-194.

Gwartney, E. A., Larick, D. K., Foegeding, E. A., 2004. Sensory Texture and Mechanical Properties of Stranded and Particulate Whey Protein Emulsion Gels. Journal of Food Science, 69(9):333-339.

Hannon, J. K., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M., Wallace, C. M., Morrissey, P. A., Beresford, T. P., 2003. Use of Aoutolytic Starter Systems to Accelerate the Ripening of Cheddar Cheese. International Dairy Journal, 13(11):313-323.

Harrigan, W. F., 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology. 3rd ed, Academic Press, London. 532p.

Hayaloglu, A. A., Cakmakci, S., Brechany, E., Y., Deegan, K., C., and McSweeney, P. L. H., 2007. Microbiology, Biochemistry and Volatile Composition of Tulum Cheese Ripened in Goat's Skin or Plastic Bags. Journal of Dairy Science, 90(3):1102-1121.

Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., 2005. Influence of Starters on Chemical, Biochemical, and Sensory Changes in Turkish White-Brined Cheese During Ripening. Journal of Dairy Science, 88(10):3460-3474.

Hayaloğlu, A. A., 2003. Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 131s.

_____, 2008. Türkiye'nin Peynirleri – Genel Bir Perspektif. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 729-732.

Hayaloğlu, A. A., Özer, B., 2011. Peynirde Olgunlaşma. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.173-210.

Hayaloğlu, A. A., Topçu, A., Koca, N., 2011. Peynir Analizleri. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.489-562.

Heperkan, D., 2010. Gıdalarda Mikroorganizmaların Çoğalması ve Çoğalmayı Etkileyen Faktörler. (O. Erkmen editör). Gıda Mikrobiyolojisi, Efil Yayınevi, Ankara, s. 50-67.

Heydari, S., Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mohammadifar, M. A., Ezzatpanah, H., 2011. Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds. Italian Journal of Food Science, 23:153-163.

Huang, C. H., Li, S. W., Huang, L., Watanabe, K., 2018. Identification and Classification for the *Lactobacillus casei* Group. Frointers in Microbiology, 9:1-13. doi: 10.3389/fmicb.2018.01974

Hui, Y. H., 2006. Handbook of Food Science, Technology and Engineering. Crc Press, Volume 2, 1000p.

IDF, 2004. Cheese and Processed Cheese. Determination of the Total Solids Content (Reference Method). ISO 5534:2004 (IDF 4: 2004). International Organization for Standardization.

_____, 2008. Cheese. Determination of fat content. Butyrometer for Van Gulik method. ISO 3432:2008 (IDF 221: 2008). International Organization for Standardization.

_____, 2014. Milk and milk products. Determination of Nitrogen Content. Part 1: Kjeldahl Principle and Crude Protein Calculation. ISO 8968-1:2014 (IDF 20-1:2014). International Organization for Standardization.

IUPAC, 2014. Compendium of Chemical Terminology Gold Book. Blackwell Scientific Publications, Oxford, ISBN 0-9678550-9-8, doi: 10.1351/goldbook.P04524, 1622p.

İşleyici, Ö., Sancak, Y. C., Morul, F., 2011. Divle Tulum Peynirinde Aflatoksin M_1 Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22(2):105-110.

İşleyici, Ö., Sancak, Y. C., Tuncay, R. M., 2018. Divle Tulum Cheese. Van Veterinary Journal, 29(2):119-124.

İşleyici, Ö., Sancak, Y. C., Tuncay, R. M., Yücel, U. M., 2017. Determination of Mineral Substance and Heavy Metal Levels in Divle Tulum Cheese. Van Veterinary Journal, 28(3):151-156.

Juan, B., Zamora, A., Quevedo, J. M., Trujillo, A. J., 2016. Proteolysis of Cheese Made from Goat Milk Treated by Ultra High Pressure Homogenisation. LWT - Food Science and Technology, 69:17-23.

Kailasapathy, K., Chin, J., 2000. Survival and Therapeutic Potential of Probiotic Organisms with Reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. Immunology and Cell Biology, 78:80-88.

Kalit, S., Matic, A., Salajpal, K., Saric, Z., Tudor Kalit, M., 2016. Proteolysis of Livanjski Cheese During Ripening. Journal of Central European Agriculture, 17(4):1320-1330.

Kamber, U., 2005. Geleneksel Anadolu Peynirleri. Miki Matbaacılık, Ankara, 223s.

_____, 2006. Peynirin Tarihçesi. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 77(2):40-44.

Kan, M., Gülçubuk, B., Kan, A., Küçükçongar, M., 2010. Coğrafi İşaret Olarak Karaman Divle Tulum Peyniri. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 12(19):15-23.

Kandarakis, I., Moatsou, G., Georgala, A. I. K., Kaminarides, S., Anifantakis, E., 2001. Effect of Draining Temperature on the Biochemical Characteristics of Feta Cheese. Food Chemistry, 72(3):369-378.

Kara, R., 2012. Geleneksel Bir Peynir: Afyon Tulum Peyniri. Kocatepe Veteriner Dergisi, 5(1):45-48.

Kara, R., Akkaya, L., 2015. 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.

Kara, R., Bulut, S., Akkaya, L., 2014. Determination of Fatty Acid Composition of Afyon Tulum Cheese. Journal of Food and Nutrition Research, 2(1):17-20.

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

Karagözlü, C., Kılıç, S., Akbulut, N., 2009. Some Characteristics of Cimi Tulum Cheese From Producing Goat Milk. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 15(4):292-297.

Karami, M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Rezaei, K., Safari, M., 2009. Changes in the Rheological Properties of Iranian UF-Feta Cheese during Ripening. Food Chemistry, 112(3):539-544.

Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., Alichanidis, E., Roussis, I. G., 2001. Lipolysis in Reduced Sodium Kefalogreviera Cheese Made by Partial Replacement of NaCl with KCl. Food Chemistry, 72(2):193-197.

Kazancıgil, E., 2018. Çeşitli Tulum Peynirlerinden İzole Edilmiş Laktik Asit Bakterilerinin Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 98s.

Keçeli, T., Şahan, N. and Yaşar, K., 2006. The Effect of Pre-Acidification with Citric Acid on Reduced-Fat Kashar Cheese. Australian Journal of Dairy Technology, 61(1):32-36.

Keleş, A., 1995. Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Tulum Peynirinin Farklı Ambalajlarda Olgunlaştırılmasının Kaliteye Etkisi Üzerine Araştırmalar.

Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Programı, Konya, 68s.

Kesentaş, H., Kınık, Ö., Seçkin, K., Günç Ergönül, P., Akan, E., 2016. Keçi Sütünden Üretilen Sinbiyotik Beyaz Peynirde *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* Sayılarının Değişimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(1):75-81.

Kılıç, S., 2011. Peynir Starter Kültürleri. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.121-172.

_____, 2014. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. 3. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 451s.

Kırdar, S. S., Gün, İ., 2012. Kargı Tulum Peyniri. Süt Dünyası Dergisi, 7(38):60-62.

Kim, S. Y., Gunasekaran, S., Olson, N. F., 2004. Combined Use of Chymosin and Protease from *Cryphonectria parasitica* for Control of Meltability and Firmness of Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 87 (13): 274-283.

Koca N., 1996. Çeşitli Starter Kültür Kombinasyonlarının İzmir Teneke Tulum Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 146s.

_____, 2011. Az Yağlı Peynir Teknolojisi. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.347-366.

Koçak, C., Avşar, Y. K., Gürsel, A., Semiz, A., 1995. Effect of Lipase Enyzme (Palatase A 750 L) on the Ripening of Tulum Cheese. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 19:171-177.

Koçak, C., Kılıç Akyılmaz, M., Turhan, M., 2011. Peynirde Tuzlama. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.235-262.

Kondyli, E., Katsiari, M. C., Masouras, T., Voutsinas, L. P., 2002. Free Fatty Acids and Volatile Compounds of Low-Fat Feta-Type Cheese Made with a Commercial Adjunct Culture, Food Chemistry, 79(2):199-205.

Kondyli, E., Pappa, E. C., Svarnas, C., 2016. Ripening Changes of the Chemical Composition, Proteolysis, Volatile Fraction and Organoleptic Characteristics of a White-Brined Goat Milk cheese. Small Ruminant Research, 145:1-6.

Korbekandi, H., Mortazavian, A. M., Iravani, S., 2011. Technology and Stability of Probiotic in Fermented Milks. In N. Shah, A. G. Cruz, & J. A. F. Faria (Eds.), Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to the Human Health, NewYork: Nova Science Publishers, 131-169.

Kuchroo, C. N., Fox, P. F., 1982. Soluble Nitrogen in Cheddar Cheese: Comparison of Extraction Procedures. Milchwissenschaft, 37(6):331-335.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252/D, 254 s.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., Akyüz, N., 1991. Erzincan Tulum (Şavak) Peynirinin Yapılışı, Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 16(5):295-302.

Lee, Y. K.; Nomoto, K., Salminen, S., Gorbach, S. L., 1999. Handbook of Probiotics. NewYork, NY: JohnWiley and Sons, 211s.

Lee, Y. K., Salminen, S., 2009. Handbook of Probiotics and Prebiotics (2nd ed.), Hoboken, NJ: JohnWiley and Sons, Inc, 595s.

Li, Q., Xia, Y., Zhou, L. and Xie, J., 2013. Evaluation of the Rheological, Textural, and Sensory Properties of Soy Cheese Spreads. Food and Bioproducts Processing, 91:429-439.

Liu, L., Qu, X., Xia, Q., Wang, H., Chen, P., Li, X., Wang, L., Yang, W., 2018. Effect of *Lactobacillus rhamnosus* on the Antioxidant Activity of Cheddar Cheese During Ripening and Under Simulated Gastrointestinal Digestion. LWT – Food Science and Technology, 95:99-106.

Lues, J. F. R., 2000. Organic Acid and Residual Sugar Variation in South African Cheddar Cheese and Possible Relationship with Uniformity. Journal of Food Composition and Analysis, 13(5):819-825.

Lues, J. F. R., Bekker, A. C. M., 2002. Mathematical Expressions for Organic Acids in Early Ripening of a Cheddar Cheese. Journal of Food Composition and Analysis, 15(1):11-17.

Madureira, A. R., Soares, J. C., Pintado, M. E., Gomes, A. M. P., Freitas, A. C., Malcata, F. X., 2015. Effect of the Incorporation of Salted Additives on Probiotic Whey Cheeses. Food Bioscience, 10:8-17.

Manolaki, P., Katsiari, M. C., Alichanidis, E., 2006. Effect of a Commercial Adjunct Culture on Organic Acid Contents of Low-Fat Feta-Type Cheese. Food Chemistry, 98(4):658-663.

Marshall, V. M. E., Tamime, A. Y., 1997. Physology and Biochemistry of Fermented Milk. (B. A. Law editör). Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk, Blackie Academic & Professional Publications, London, s. 153-192.

Marsili, R. T., Ostapenko, H., Simmons, R. E., Green, D. E., 1981. High Performance Liquid Chromatographic Determination of Organic Acids in Dairy Products. Journal of Food Science, 46(1):52-57.

McMahon, D. J., Oberg, C. J., Drake, M. A., Farkye, N., Moyes, L. V., Arnold, M. R., Ganesan, B., Steele, J., Broadbent, J. R., 2014. Effect of Sodium, Potassium, Magnesium, and Calcium Salt Cations on pH, Proteolysis, Organic Acids, and Microbial Populations During Storage of Full-Fat Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 97(8):4780-4798.

McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., 1997. Chemical Methods for the Characterization of Proteolysis in Cheese During Ripening. Lait, 77(1):41-76.

MEGEP, 2011. Asitler ve Bazlar, Kimya Teknolojisi, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 61.

Mistry, V. V., 2001. Low Fat Cheese Technology. International Dairy Journal, 11(4-7):413-422.

Moatsou, G., Massouras, T., Kandarakis, I., Anifantakis, E., 2002. Evolution of Proteolysis During the Ripening of Traditional Feta Cheese. Lait, 82(5):601-611.

Mooney, J. S., Fox, P. F., Healy, A., Leaver, J., 1998. Identification of the Principal Water-Insoluble Peptides in Cheddar Cheese. International Dairy Journal, 8(9):813-818.

Morul, F., İşleyici, Ö., 2012. Divle Tulum Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 23(2):71-76.

Najafi, M. N., Koocheki, A. and Mahdizadeh, M., 2008. Studies on the Effect of Starter Culture Concentration and Renneting pH on the Iranian Brine Cheese Yield. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 3(3):325-332.

Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli, 329s.

Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N., Prakash, S., 2019. The Viability of Probiotic *Lactobacillus rhamnosus* (Non-Encapsulated and Encapsulated) in Functional Reduced-Fat Cream Cheese and Its Textural Properties During Storage. Food Control, 100:8-16.

Niro, S., Fratianni, A., Tremonte, P., Sorrentino, E., Tipaldi, L., Panfili, G. And Coppola, R., 2014. Innovative Caciocavallo Cheeses Made from a Mixture of Cow Milk with Ewe or Goat Milk. Journal of Dairy Science, 97(3):1296-1304.

Oliveira, M. E. G., Garcia, E. F., Oliveira, C. E. V., Gomes, A. M. P., Pintado, M. M. E., Madureira, A. R. M. F., Conceiçao, M. L., Egyptqueiroga, R. C. R., Souza, E. L., 2014. Addition of Probiotic Bacteria in a Semi-Hard Goat Cheese (Coalho): Survival to Simulated Gastrointestinal Conditions and Inhibitory Effect Against Pathogenic Bacteria. Food Research International 64:241-247.

Oluk, C. A., 2013. Düşük Yağlı Tulum Peyniri Üretiminde Ekzopolisakkarit Üreten Kültür Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 145s.

Oluk, C. A., Güven, M., 2015. Ekzopolisakkarit Üreten ve Üretmeyen Kültür Kullanımının Tulum Peynirlerinin Serbest Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri. Gıda, 40(4):201-208.

Ong, L., Henriksson, A., Shah, N. P., 2006. Development of Probiotic Cheddar Cheese Containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the Influence of These Bacteria on Proteolytic Patterns and Production of Organic Acid. International Dairy Journal, 16(5):446-456.

_____, 2007. Proteolytic Pattern and Organic Acid Profiles of Probiotic Cheddar Cheese as Influenced by Probiotic Strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei*, or *Bifidobacterium* sp. International Dairy Journal, 17(1):67-78.

Ong, L., Shah, N. P., 2009. Probiotic Cheddar Cheese: Influence of Ripening Temperatures on Survival of Probiotic Microorganisms, Cheese Composition and Organic Acid Profiles. LWT - Food Science and Technology 42:1260-1268.

Öksüztepe, G., Patır, B., Çalıcıoğlu, M., 2005. Identification and Distribition of Lactic Acid Bacteria During the Ripening of Şavak Tulum Cheese. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29(3):873-879.

Özcan, T., Kurtuldu, O., Delikanlı, B., 2013. Tahıl İçerikli Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde B-Glukan Kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1):87-96.

Özcan, T., Vapur, U. E., 2013. Effect of Different Rennet Type on Physico-Chemical Properties and Bitterness in White Cheese. International Journal of Environmental Science and Development, 4(1):71-75.

Özdamar, K., 2011. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye, 535s.

Özer, B., Hayaloğlu, A. A., 2011a. Giriş. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.1-9.

_____, 2011b. Peynirde Olgunlaşmayı Hızlandırma Yöntemleri. (B. Özer, A. A. Hayaloğlu editörler). Peynir Biliminin Temelleri, 1. Baskı, Sidas, İzmir, s.211-234.

Özer, B., Kırmacı, H. A., Şenel, E., Atamer, M., Hayaloğlu, A., 2009. Improving the Viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in White-Brined Cheese by Microencapsulation. International Dairy Journal, 19(1):22-29.

Özpınar, N., Gümüşsoy, K. S., 2013. Erzincan Tulum Peynirinden İzole Edilen *Staphylococcus aureus* İzolatlarından Antibiyotik Direncinin ve Biyofilm Oluşturma Özelliğinin Fenotipik ve Genotipik Olarak Belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(3):517-513.

Öztürk, G. F., 1993. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaştırılmasının Hızlandırılması Üzerine Nötral Proteaz ve Nötral Proteaz-Lipaz Enzim Kombinasyonunun Etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 105s.

Öztürk, H. İ., Akın, N., 2018. Comparison of Some Functionalities of Water Soluble Peptides Derived From Turkish Cow and Goat milk Tulum Cheeses During Ripening. Food Science and Technology,38(4):674-682.

Parlak, Y., 2016. Çerkez Peynirinde İkame Tuz Kullanarak Sodyum Miktarını Azaltma Olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 158s.

Pastorino, A. J., Hansen, C. L. and Mcmahon, D. J., 2003. Effect of pH on the Chemical Composition and Structure Function Relationships of Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 86(9):2751-2760.

Pavia, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., Ferragut, V., 2000. Proteolysis in Manchego-Type Cheese Salted by Brine Vacuum Impregnation. Journal of Dairy Science, 83(7):1441-1447.

Ponce De Leon-Gonzalez, L., Wendorff, W. L., Ingham, B. H., Jaeggi, J. J., Houck, K. B., 2000. Influence of Salting Procedure on the Composition of Muenster-Type Cheese. Journal of Dairy Science, 83(6):1396-1401.

Poveda, J. M., Perez-Coello, M. S., Cabezas, L., 2000. Seasonal Variations in the Free Fatty Acid Composition of Manchego Cheese and Changes During Ripening. European Food Researchand Technology, 210(5):314-317.

Ramzan, M., Nuzhat, H., Tita, M., Tita, O., 2010. Relative Change in pH and Acidity during Ripening of Cheddar Cheese, Manufactured by Using *Lactobacillus rhamnosus* as an Adjunct Culture. Acta Universitatis Cibiniesis Series E:Food Technology, 14(1):27-36.

Roberfroid, M. B., 2000. Prebiotics and Probiotics: Are They Functional Foods? The American Journal of Clinical Nutrition, 71(6):1682-1687.

Ross, R. P., Fitzgerald, G., Collins, K., Stanton, C., 2002. Cheese Delivering Biocultures-probiotic Cheese. Australian Journal of Dairy Technology, 5782): 71-78.

Sanchez, B., Ruiz, L., Gueimonde, M., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., 2012. Toward Improving Technological and Functional Properties of Probiotics in Foods. Trends in Food Science & Technology 26(1)56-63.

Say, D., 2008. Haşlama Suyunun Tuz Konsantrasyonu ve Depolama Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, 131s.

Seçkin, A. K., Baladura, E., 2011. Süt ve Süt Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(1):27-38.

Sert, D., Akın, N., 2008. Türkiye'de Bazı Önemli Tulum Peyniri Çeşitlerinin Geleneksel Üretim Metotları. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 717-720.

Sert, D., Akın, N., Aktumsek, A., 2014. Lipolysis in Tulum Cheese Produced from Raw and Pasteurized Goats' Milk during Ripening. Small Ruminant Research, 121(2-3):351-360.

Setyawardani, T., Rahardjo, A. H. D. and Sulistyowati, M., 2017. Chemical Characteristics of Goat Cheese with Different Percentages of Mixed Indigenous Probiotic Culture during Ripening. Media Peternakan, 40(1):55-62.

Sienkiewicz, T., Doğan, M., Kroh, L.W., 2006. Investigation of Proteins in Ewe, Goat and Cow Cheeses by Gel Isoelectric Focusing. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 15(56):203-207.

Songun, E. G., 2016. İnülin Takviyesi ile Üretilmiş İnek-Keçi Sütü Kefirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir, 65s.

Stanton, C., Gardiner, G., Meehan, H., Collins, K., Fitzgerald, G., Lynch, P. B., Ross, R. P., 2001. Market Potential for Probiotics. American Journal of Clinical Nutrition, 73(2): 476-483.

Sulejmani, E., Musliu, Z. H. and Srbinovska, S., 2014. Influence of Starter Culture, Temperature and Processing Technology on the Quality of Macedonian White Brined Cheese. Biotechnology in Animal Husbandry 30(4):579-588.

Swan, S., 2009. Türkiye'nin Peynir Hazineleri. 2. Baskı, Boyut Yayın Grubu, İstanbul, 144s.

Szczesniak, A. S., 2002. Texture, is a Sensory Property. Food Quality and Preference, 13(4):215-225.

Şahan, N., Konar, A. ve Kleeberger, A., 1996. Hidrojen Peroksit, Isıl İşlem Uygulamaları ve Olgunlaşma Süresinin Beyaz Peynirin Kimyasal Niteliğine Etkisi. Gıda Dergisi, 21(2):109-117.

Şahan, N., Yaşar, K., Hayaloğlu, A. A., Karaca, O. B., Kaya, A., 2008. Influence of Fat Replacers on Chemical Composition, Proteolysis, Texture Profiles, Meltability and Sensory Properties of Low-Fat Kashar Cheese. Journal of Dairy Research, 75(1):1-7.

Şanlı-Karademir, E., 2006. Pastörizasyon Sıcaklıklarının ve Ekzopolisakkarit Üreten Kültür Kullanımının Az Yağlı Kaşar Peynirinin Niteliklerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, 91s.

Şengül, M., Erkaya, T., Ceyhun, A. E., 2011. Karın Kaymağı Peynirinin Yağ Asidi Kompozisyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(1):57-62.

Tang, C., Yang, X. Q., Chen, Z., Wu, H., Peng, Z. Y., 2005. Physicochemical and Structural Characteristics of Sodium Caseinate Biopolymers Induced by Microbial Transglutaminase. Journal of Food Biochemistry, 29(4):402-421.

Tarakçı, Z., Küçüköner, E., Sancak, H., Ekici, K., 2005. İnek Sütünden Üretilerek Cam Kavanozlarda Olgunlaştırılan Tulum Peynirinin Bazı Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16(1):9-14.

Tekin, A., Güler, Z., 2013. Koyun Sütü, Taze Peynir ve Olgun Tulum Peynirinde Asetik, Formik ve Bütanoik Asit Miktarlarının Gaz Kromatografisi ile Belirlenmesi. Gıda Mühendisliği 8. Kongresi, 7-9 Kasım 2013, Ankara, 167.

Tekinşen, K. K., Akar, D., 2017. Erzincan Tulum Peyniri. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 12(2):218-226.

Tekinşen, O. C., Nizamoğlu, M., Keleş, A., Atasever, M., Güner, A., 1998. Tulum Peyniri Üretiminde Yarı Sentetik Kılıfların Kullanılabilme İmkanları ve Vakum Ambalajlamanın Kaliteye Etkisi. Veteriner Bilimleri Dergisi, 14(2):63-70.

Temiz, A., 2003. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. (A. Ünlütürk, F. Turantaş editörler). Gıda Mikrobiyolojisi, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir, s.53-82.

TGK, 2015. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından: Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliğ no: 2015/6, Resmî Gazete, Sayı : 29261.

Tomar, O., Akarca, G., Beykaya, M., Çağlar, A., 2018. Some Characteristics of Erzincan Tulum Cheese Produced Using Different Probiotic Cultures and Packaging Material. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 24(5):647-654.

TSE, 1995. TS 591 Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

_____, 2002. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 10s.

_____, 2006. TS 3001 Tulum Peyniri Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 9s.

_____, 2011. Kanunname-i İhtisab-ı Bursa. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 30s.

Tulumoğlu, Ş., Kaya, H. İ., Şimşek, Ö., 2014. Probiotic Characteristics of *Lactobacillus fermentum* Strains Isolated from Tulum Cheese. Anaerobe, 30:120-125.

Tuncel, N. B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N. N. ve Karagül Yüceer, Y., 2008. Ezine Peyniri II. Olgunlaşma Süresince Proteoliz Düzeyi. Gıda Dergisi, 35(1):1-6.

Tunick, M. H., 2000. Rheology of Dairy Foods that Gel, Stretch and Fracture. Journal of Dairy Science, 83(8):1892-1898.

Uçar, G., Tekinşen, O. C., 2004. Farklı Dumanlama Tekniklerinin Selçuklu Tulum Peynirinin Kimyasal Mikrobiyolojik ve Duyusal Niteliklerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4):183-191.

Ulusal Süt Konseyi, 2018. Dünya ve Türkiye'de Süt Sektör İstatistikleri 2018 Süt Raporu. Ulusal Süt Konseyi, Ankara, 48s.

Üçüncü, M., 2008. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. 2. Baskı, Meta Basım, İzmir, 1236s.

Valik, L., Medvedova, A., Cizniar, M., Liptakova, D., 2013. Evaluation of Temperature Effect on Growth, Rate of *Lactobacillus rhamnosus* GG in Milk Using Secondary Models. Chemical Papers, 67:737-742.

Verruck, S., Prudencio, E. S., Müller, C. M. O., Fritzen-Freire, C. B., Amboni, R. D. M. C., 2015. Influence of *Bifidobacterium* Bb-12 on the Physicochemical and Rheological Properties of Buffalo Minas Frescal Cheese During Cold Storage, Journal of Food Engineering, 151:34-42.

Vinderola, G., Prosello, W., Molinari, F., Ghiberto, D., Reinheimer, J., 2009. Growth of *Lactobacillus paracasei* A13 in Argentinian Probiotic Cheese and Its Impact on the Characteristics of the Product, International Journal of Food Microbiology, 135(2):171-174.

Yang, Z., 2000. Antimicrobial Compounds and Exracellular Polysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria: Structures and Properties. University of Helsinki, Department of Food Technology, ISBN 951-45-9146-1, Helsinki, 61p.

Yerlikaya, Ş., 2003. Farklı Oranlarda Tuz İçeren Salamuralarda Depolanan Beyaz Peynirlerin Özelliklerinin Olgunlaşma Süresince Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana, 63s.

Yılmaz, G., Ayar, A., Akın, N., 2005. The Effect of Microbial lipase on the Lipolysis during the Ripening of Tulum Cheese. Journal of Food Engineering, 69(3):269-274.

Yılmaztekin, M., Özer, B. H., Atasoy, F., 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in White-Brined Cheese. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 55(1):53-60.

Yüzbaşı, N. ve Uraz, T., 2000. Glucono Delta Lactone (Gdl)'un Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılması, II. Starter Kültürü Katılmış. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1):15-21.

Zeppa, G., Conterno, L., Gerbi, V., 2001. Determination of Organic Acids, Sugars, Diacetyl, and Acetoin in Cheese by High-Performance Liquid Chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(6):2722-2726.

Zheng, Y., Liu, Z., Mo, B., 2016. Texture Profile Analysis of Sliced Cheese in Relation to Chemical Composition and Storage Temperature. Journal of Chemistry, doi: 10.1155/2016/8690380, 2016:1-10.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Adana'da doğdu. İlköğrenimini ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2009 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2013 yılında ÖYP kapsamında Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Sultan Alparslan Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevliliğine başladı. Aynı yıl içerisinde yüksek lisans ve doktora öğrenimini tamamlamak üzere ÖYP kapsamında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak görevlendirildi. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamlayarak doktora öğrenimine başladı. Evli ve üç çocuk babasıdır.

EKLER

EK 1 TULUM PEYNİRİ ÜRETİMİNDEN BAZI GÖRÜNTÜLER



EK 1 (a) Sütün mayalanması



EK 1 (b)Kesilen pıhtının dinlendirilmesi



EK 1 (c) Baskılanmış teleme



EK 1 (d) Telemenin parçalanması, tuz ilavesi ve karıştırma



EK 1 (e) Peynirin derilere basılması



EK 1 (f) Basılmış deriler



EK 1 (g) Tulum peynirlerinin ön olgunlaştırılması



EK 1 (h) Tulum peynirlerinin deriden çıkarılmış hali