

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Gizem Başak TULUKOĞLU^{1a*}

Ecem AKAN^{1b}

Özer KINIK^{1c}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova-İzmir

^{1a}Orcid No:0000-0002-0652-1208

^{1b}Orcid No:0000-0001-6479-7336

^{1c}Orcid No:0000-0002-5811-9851

*sorumlu yazar: g.basaktulukoglu@gmail.com

Anahtar Sözcükler:

İzmir Tulum peyniri, peynir altı suyu, starter kültür

Keywords:

İzmir Tulum cheese, whey, starter culture

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2020, 57 (3):441-453
DOI: [10.20289/zfdergi.644194](https://doi.org/10.20289/zfdergi.644194)

İzmir Tulum Peyniri Üretiminde Peynir Altı Suyu Kültürü Kullanımı

The Use of Whey Culture in İzmir Tulum Cheese Production

Alınış (Received): 07.10.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 28.01.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada farklı inkübasyon sıcaklığında elde edilen peynir altı suyu kültürleri ile üretilen İzmir Tulum peynirlerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot: İzmir Tulum peynirinden elde edilmiş olan peynir altı suları mezofilik (25°C) ve termofilik (35°C) inkübasyon sıcaklığına bırakılmıştır. Mezofilik (M), termofilik (T), mezofilik-termofilik (K) PAS kültürlü ve kontrol grubu (C) (klasik yöntemle peynir altı suyu kültürü eklenmeyen) olmak üzere dört grup İzmir Tulum peynir üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Peynir altı suyu kültürü ilaveli peynir örnekleri kontrol grubuna göre daha düşük kuru madde değerlerine sahip olmuştur. Örnekler arası yağ, protein ve toplam azot değerlerinde önemli düzeyde değişiklik görülmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresi boyunca en yüksek suda çözünen azot oranı kontrol örneğinde en yüksek %12 lik TCA'da çözünen azot oranı ise K örneğinde saptanmıştır. Duyusal açıdan kontrol örneği ön plana çıkmıştır. Depolama süresi boyunca en düşük *Lactococcus* ve en yüksek mayaküf sayısına kontrol örneği sahip olmuştur. Tekstürel açıdan depolamanın başlangıcında en sert peynir mezofilik kültürle üretilen peynir iken depolama sonunda en yüksek sertlik değerine kontrol örneği sahip olmuştur.

ABSTRACT

Objective: In this study, physicochemical, microbiological, textural and sensory properties of İzmir Tulum cheeses produced with whey cultures obtained at different incubation temperatures were investigated.

Material and Methods: Whey obtained from İzmir Tulum cheese was incubated at mesophilic (25°C) and thermophilic (35°C) temperatures. In this way, mesophilic (M), thermophilic (T) and combination of mesophilic and thermophilic (K) whey cultures were used in İzmir Tulum cheese production. Control group (C) was produced with rennet so it did not contain whey culture.

Results: The average of total dry matter of whey cultured cheeses was lower than that of control group. Fat, protein and total nitrogen values of whey cultured cheeses did not show significant difference compared to those of control group ($p<0,05$). During the storage period, the highest water soluble nitrogen value was determined in control sample while the maximum 12% TCA soluble nitrogen value was detected in sample K. Control group was the most preferred cheese in terms of sensorial properties. Control group had the minimum *Lactococcus* ssp and maximum yeast and mold number. At the beginning of the storage, mesophilic whey cultured cheese (M) had the maximum firmness value whereas at the end of the storage control sample had the maximum firmness value.

GİRİŞ

Peynir ve diğer süt ürünleri protein, biyoaktif peptid, lipid, vitamin ve mineral maddelerin önemli kaynağı olan, besleyici öğelerce zengin gıda maddeleri olarak bilinmektedir. Peynirin kalitesi, sadece besleyici karakteristiğine göre değil, aynı zamanda tüketicilerce kabul edilen aroma ve tekstürel özelliklere de bağlı bulunmaktadır (Morandi ve ark., 2019).

Arzu edilen özelliklere sahip peynir üretiminde; kullanılan süt kalitesi, starter kültürlerin cins ve mikrobiyal aktivitesi ile süt ya da starter kültür kaynaklı enzimlerin etkisi önem arz etmektedir. Starter kültür; genel olarak fermente süt ürünleri, peynir ve diğer süt ürünlerine özđü tat ve aroma, görünüm, yapı ve tekstürün geliştirilmesi ile ürünün dayanma süresinin uzatılması amacıyla kullanılan mikroorganizma topluluğu denilmektedir (Kılıç, 2011). Starter kültürler sütün doğal mikro florasında bulunmakla birlikte peynirde istenilen tat, aroma, tekstür ve görünüm sağlaması amacıyla endüstriyel olarak üretilmektedir.

Süt endüstrisinde starter kültür olarak özellikle geleneksel peynirlerin üretimlerinde çiğ süt, peynir altı suyu ya da peynir altı suyundan elde edilen peynir altı suyu (PAS) kültürleri kullanılabilir. PAS kültürleri, peynir üretiminde bir önceki ürünün peynir altı suyundan elde edilen, herhangi bir işleme tabi tutulmadan direkt ürüne aşılana ya da süte inoküle edilerek hazırlanan kültür çeşidi olarak tanımlanabilmektedir. Bu kültürler kullanılan hammadde ve inkübasyon sıcaklığı temel alınarak sınıflandırılmakta ve süt, peynir altı suyu (PAS) veya

PAS ile rennin karışımı sağlanarak elde edilmektedir (Limsowtin ve ark.,1995). İnkübasyon sıcaklıklarına göre ise 45-52°C'de inkübe edilenler termofilik, 25°C-32°C'de inkübe edilenler mezofilik olarak kategorize edilmektedir. Çizelge 1'de çeşitli peynirlerin üretiminde kullanılan PAS kültürleri ve mikroorganizma içerikleri verilmiştir.

Süt içerdiği zengin bileşim öğeleri nedeniyle çok sayıda mikroorganizmanın gelişimine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle çiğ süt, laktik asit bakterileri gibi yararlı fermantatif mikroorganizmaları da içermekte ve bu bakteriler sütün peynire dönüşümü sırasında peynir telemesinin asidifilasyonu ve olgunlaşma süresince peynirlerin lezzet ve tekstür oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Bu açıdan çiğ süt ve peynir altı suyu mikrobiyel açıdan zengin bir kaynaktır (Gaglio ve ark., 2019).

İtalyan sert ve çok sert peynir çeşitleri 6-24 ay arasında değişen uzun olgunlaşma süreleri ve yoğun aromatik özellikleri ile tanınmaktadır. Bu peynirlerin en önemli özelliği çiğ süt ya da peynir altı suyu kültürleri kullanılarak üretilmeleri ve coğrafi açıdan koruma altına alınmış olmalarıdır. Bu peynirlerin olgunlaştırılmaları sırasında floralarında saptanan en yaygın türler *L. casei*, *L. paracasei* ve *L. rhamnosus*, *E. faecalis*, *Lactococcus garvieae*, *Pediococcus acidi*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. curuotus* gibi peynir altı suyu ve çiğ süt kaynaklı çok sayıda ve türde mikroorganizmalardır (Todaro ve ark., 2011, Calasso ve ark., 2016, Solieri ve ark., 2012).

PAS kültürlerinin hazırlanmasında genel olarak bir gün önce elde edilen peynir altı suyundan

Çizelge 1. PAS kültürleri ile hazırlanan peynir çeşitleri ve mikrofloraları
Table 1. Types of cheese and microflora produced with whey culture

| Peynir çeşidi | Üretim yöntemi | Mikroflora |
|------------------------------|--|---|
| Mozzarella | PAS kültürü 20-37°C'de 16-18 saat inkübasyon | <i>Str.thermophilus</i> , <i>Lb. Helveticus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. Fermentum</i> , <i>Enterococcus</i> türleri |
| Provolone | PAS kültürü 39-45°C'de inkübasyon | <i>Str.thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. fermentum</i> |
| Pecorino | Ricotta PAS kültürü 80-90°C'de 20-30 dk. Isıl işleme tabi tutulur, 45°C'de inkübasyon | <i>Str. thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> |
| Emmental Gruyer Sbrinz | PAS kültürü ve doğal buzağı şirdeni ile 39-45°C inkübasyon | <i>Str. thermophilus</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lb. fermentum</i> |

Kaynak : Limsowtin ve ark.(1995)

yararlanılmaktadır. Günlük peynir altı suyuna bir önceki günden kalan peynir altı suyundan bir miktar aktarılıp aşılındıktan sonra karışım, karışımdaki bakterilerin gelişmesine uygun bir sıcaklık ve sürede inkübasyona bırakılmaktadır (Limsowtin ve ark.,1995).

Peynir altı suyu kültürlerinin bileşiminde termofilik *Lactobacilli*, mezofilik *Lactobacilli*, termofilik *Streptococci*, mezofilik *Streptococci* türleri bulunmaktadır (Coppola ve ark., 1998). PAS kültürlerinde termofilik ve homofermentatif olan *Lb. helveticus* ve *Lb. delbrueckii spp. lactis* ile heterofermentatif *Lb. fermentum* ve *Strep. thermophilus* türleri en baskın laktik asit bakterileri olarak öne çıkmaktadır (Zago ve ark., 2007; Rossetti ve ark., 2008; Bottari ve ark., 2019, 2013; Cremonesi ve ark., 2011; Manfredini ve ark., 2012; Pogačić ve ark., 2013) .

Peynir altı suyunun peynirde kültür olarak kullanımının çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. PAS kültürleri kompleks mikroflora içermeleri nedeni ile son üründe karakteristik tat-aroma oluşumunu sağlamaları, çoklu bakteri suşu içermeleri, fajlara dirençli olmaları, aktivitelevlerinin yüksekliği gibi önemli avantajlara sahiptirler. Ancak mevsimsel ve coğrafik farklılıklar sütün kalitesini ve dolayısıyla PAS kültürünü etkilediği için standardize ürün eldesinde problemlerle karşılaşılabilir (Giraffa ve ark., 1997; Reinheimer ve ark., 1996).

Yapılan çalışmalarda PAS kültürü kullanılarak üretilmiş Grana Padano peynirlerinin dominant florasında Laktobasillerin özellikle *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* ve *Lactobacillus helveticus*'un 10^6 - 10^8 kob/g düzeylerinde bulunduğu, bunları 10^5 - 10^6 kob/gdüzeyi ile *Streptococcus thermophilus* ve 10^3 - 10^4 kob/g düzeyinde *Lactobacillus fermentum*'un izlediği saptanmıştır (Rossi ve ark., 2012; Santarelli ve ark., 2013). Yapılan bazı çalışmalarda *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un bu tip peynirlerde yaygın şekilde bulunduğu iddia edilmesine karşın günümüzde bu alt türün izolasyon ve identifikasyonunun hayli güç olduğu iddia edilmektedir (Morandi ve ark., 2019). PAS kültürlerindeki dominant tür yanında kültür yapısındaki mikrobiyotadaki çeşitlilik peynirlerin kendine has özellikleri, yapısı ve duysal özelliklerinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Mantel ve ark., 2014). Aynı zamanda peynirlerin aroma profillerini oluşturan uçucu organik bileşiklerin özellikleri ve aralarındaki denge, peynir üretimi ve olgunlaşma periyodu sırasında mevcut mikrobiyotanın biyo-dengesindeki farklılıklarla ilişkili bulunmaktadır (Buchin ve ark., 2014). Ayrıca günümüzde yapılan çalışmalar laktik asit bakterilerinin ürettiği uçucu aroma maddelerinin belirlenmesinin peynir üretimi ile ilişkili türlerin teknolojik potansiyelini

ve mikrobiyal yapının değerlendirilebilmesinde anahtar rol oynadığını ortaya koymuştur (Gallegas ve ark., 2017; Matera ve ark., 2018; Morandi ve ark., 2019).

Peynirlerin mikrobiyal florası, üretimde kullanılan çiğ süt ve peynir üretim teknolojisine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle 2000'li yılların başlarına kadar sadece geleneksel kültürel yöntemlerle gerçekleştirilen bakteriyel izolasyon ve identifikasyonun yanında günümüzde gelişmiş yeni tekniklerin kullanımı peynir mikrobiyotasındaki çeşitliliği ortaya koymuştur. Örneğin yapılan çalışmalarda Grana Padano ve Parmigiano Reggiano gibi peynir altı suyu kültürü kullanılarak üretilen geleneksel İtalyan sert peynirlerinde olgunlaşma süresince sadece *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus rhamnosus* gibi Laktobasil türleri saptanmıştır (Gaglio ve ark., 2019; Manfredini ve ark., 2012). Bunun yanında olgun Pecorino Siciliano ve Pecorino Sardo gibi sert İtalyan tipi peynirlerinin mikrobiyotasının *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Lactococcus garvieae*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus macedonicus* ve non-starter laktik asit bakterileri olarak bilinen *Lactobacillus brevis*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. rhamnosus*, *L. curvatus* türlerinden oluştuğu belirlenmiştir (De Pasquala ve ark., O'Sullivan, 2015; Gaglio ve ark., 2019).

İzmir Tulum peyniri, inek, koyun veya keçi sütlerinden veya bu sütlerin mevsimlere göre değişen karışımları kullanılarak üretilen ve 6-24 ay aralığında uzun süre olgunlaştırılan genellikle sert yapıda bir peynirdir. Geleneksel yöntemde İzmir Tulum peyniri, çiğ süt ya da termize süttten üretilmekte ve üretiminde süt, peynir mayası ve tuz dışında başka bir madde kullanılmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, mezofilik ve termofilik peynir altı suyu kültürlerinin kullanımı ile üretilen İzmir Tulum peynirinin karakteristik özelliklerinin geleneksel İzmir Tulum peyniri üretimine uygunluğunun ve üretilen peynirlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstür ve duysal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan PAS, İzmir Tulum peyniri kaynaklı olup Şemsi Egi Gıda Ürünleri İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti.'nden (Bornova, İzmir) temin edilmiştir. İzmir Tulum peyniri ise Halil Koyuncuoğlu Süt Mamülleri Gıda ve Hayvancılık San. ve Tic. Ltd. Şti. (Torbalı, İzmir) üretilmiştir. Peynirlerin üretiminde 1/50000 kuvvetinde Maxiren peynir mayası (Mayasan, İstanbul); peynirlerin

tuzlanması ve salamuraların hazırlanmasında kaya tuzu (Billur Tuz, İzmir) kullanılmıştır. Peynirlerin ambalajlanmasında kullanılan 4,5 kg'lık tenekeler Asil Metal Gıda Sanayi A. Ş. (Afyonkarahisar, Türkiye)'den sağlanmıştır.

Yöntem

Peynir altı suyu kültürlerin hazırlanması

PAS kültürü üretimi için işletmeden alınan peynir altı suları, UHT süte 25:l (v/v) (UHT süt: PAS) oranında ilave edilmiş ve karışımlar 25°C ve 35°C'de pH değeri 4,7'ye ulaşana kadar inkübe edilmiştir. 25 °C'de inkübe edilen kültür, mezofilik PAS kültürü, 35 °C'de inkübe edilen kültür, termofilik PAS kültürü olarak tanımlanmıştır. Mezofilik ve termofilik PAS kültürlerinin 1:1 (v/v) oranında karışımları mezofilik-termofilik PAS kültürü olarak adlandırılmıştır. Üretimde kullanılan PAS kültürlerinin bazı özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Geleneksel İzmir Tulum peyniri ve PAS kültürlü İzmir Tulum peyniri üretimi

İzmir Tulum peynir üretimi dört grup halinde gerçekleştirilmiş ve PAS kültürlü peynir örneklerin üretim aşamaları Şekil 1'de verilmiştir. Kontrol grubunu oluşturan geleneksel İzmir Tulum peynirinin üretiminde çiğ inek sütü 60-62 °C 'ye ısıtılıp derhal mayalama sıcaklığına (35 °C) soğutulmuştur. Mayalama sıcaklığına soğutulan süt, 45 dakika sürede pıhtı kesim olgunluğuna gelecek şekilde mayalanmış ve tekniğine

göre işlenmesi suretiyle üretilmiştir. Mezofilik (M), termofilik (T) ve mezofilik-termofilik (K) PAS kültürü ilave edilerek üretilen üç grup İzmir Salamuralı Tulum peyniri üretiminde ise mikrobiyal stabiliteyi sağlamak için süte 65 °C 'de 20 dakika ısıl işlem uygulanmış ve süt 37-38 °C 'ye soğutulmuştur. Mayalama sıcaklığına soğutulan sütlere %0.05 v/v olacak şekilde PAS kültürleri ilave edilmiş ve 15-20 dk bekleldikten sonra geleneksel yöntemde olduğu gibi peynir mayası eklenerek İzmir Tulum peynirleri üretilmiştir. Üretimi tamamlanan peynirler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Pilot Süt İşletmesinde 4 °C 'de 120 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın 1., 30., 60., 90 ve 120. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler, depolamanın 1. ve 120. günlerinde tekstür analizleri ve depolamanın son gününde duysal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma 2 tekrür ve 3 paralelli olarak yürütülmüştür.

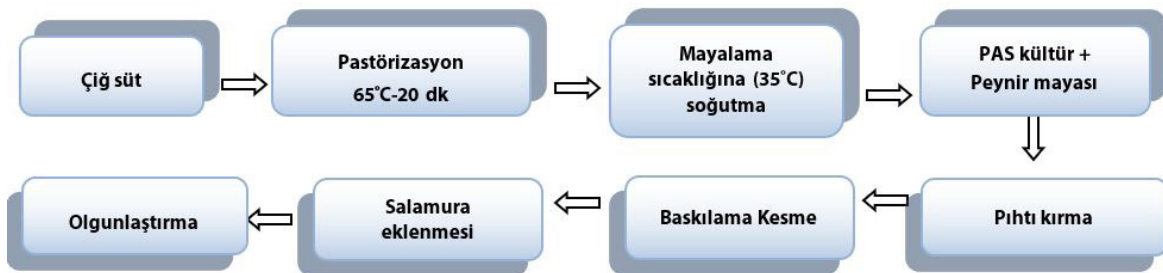
Fizikokimyasal Analiz Yöntemleri

Peynirlerde pH tayini dijital pH metre ile (Polychroniadou ve ark., 1999), asitlik tayini alkali titrasyon yöntemi ile, kuru madde gravimetrik yöntemle, yağ tayini Gerber yöntemi ile, azot ve protein tayini mikro Kjeldahl yöntemi ile AOAC (2003)'te ayrıntısı verilen yöntemlerle yapılmıştır. Suda çözünür azot ve %12'lik TCA'da çözünen azot miktarları [Kuchroo ve Fox](#) (1982)'e göre belirlenmiştir. Tuz tayini ise Mohr yöntemi ile [Bradley ve ark. \(1993\)](#) çalışmasında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

Çizelge 2. PAS kültürlerinin bazı özellikleri

Table 2. Some properties of whey cultures

| Örnek/Parametre | pH | <i>Lactobacillus</i> ssp. (log kob/g) | <i>Lactococcus</i> ssp. (log kob/g) | <i>Enterococcus</i> ssp. (log kob/g) |
|-----------------|------|--|--|---|
| M | 4,85 | 12,66±1,86 | 12,25±1,67 | 4,62±2,57 |
| T | 4,70 | 9,14±1,79 | 10,44±1,64 | 3,42±0,60 |
| K | 4,60 | 15,21±2,00 | 13,14±1,55 | 5,66±0,50 |



Şekil 1. PAS kültürlü İzmir Tulum peynirlerinin üretim aşamaları

Figure 1. Production stages of whey cultured İzmir Tulum cheeses

Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri

Mikrobiyolojik analizlerde dökme plak yöntemi kullanılmıştır. 10 g peynir örneği 90 mL steril ringer çözeltilisi içerisinde homojenize edilmiş ve uygun seyreltme oranı ile dilüsyonlar hazırlanmıştır. Lactococcus sayımı M17 agar besiyerinde 37°C-48 saat süre aerobik koşullarda, Laktobasillerin sayımı MRS agar besiyerinde 32°C-72 saat anaerobik koşullarda gerçekleştirilmiştir. *Enterococcus* ssp. Sayımında Kanamycin Esculin Azide Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır ve 37 °C-24 saat inkübasyon sonrasında gelişen siyah-koyu gri koloniler sayılmıştır (Anonim, 2005). Maya ve küf sayısı YGC agar besiyeri kullanılarak 24°C'de 4 gün, toplam koliform sayısı ise VRBA besiyeri ile 37°C'de 24-36 saat inkübasyon sonucu belirlenmiştir (Anonim, 2005).

Tekstür Profil Analizi (TPA)

Peynir örneklerinin tekstür profilleri Brookfield Tekstür Analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Peynir örnekleri 10 mm-15 mm (çap-boy) boyutlarında silindirik şekilde kesilmiş ve kabuk oluşumunu engellemek amacıyla örnekler alimünyum folyoya sarılıp oda sıcaklığına bırakılarak sıcaklıklarının yaklaşık 20 ° C'ye ulaşması sağlanmıştır. Örnekler 2 ardışık baskılama uygulanmıştır. Analizlerde TA4-1000 probu (38.1 mm çap-20 mm boy) kullanılmıştır. Test hızı 1 mm/s ve baskılama %50 olarak uygulanmıştır. Her bir peynir örneği için 5 ölçüm yapılmıştır. Peynir örneklerinin sertlik (g), elastikiyet (mm), iç yapışkanlık (mJ), sakızimsılık (g) ve çığnenebilirlik (mJ) değerleri saptanmıştır.

Duyusal değerlendirme

İzmir Tulum peyniri duyuşal değerlendirmesinde TS-11966 Salamura Tulum standardında yer alan puanlama testi kullanılmıştır. Puanlama testi Ege Üniversitesi Süt Teknolojisi Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 8 kişilik gruba uygulanmıştır. Örnekler görünüm, yapı, lezzet, renk ve koku parametrelerine göre değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analiz

Peynir altı suyu kültürü ile üretilen İzmir Salamuralı Tulum peynirlerinin depolama süresince tespit edilmiş olan özelliklerini kıyaslamak amacıyla One Way Anova varyans analizi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0,05$ düzeyinde test edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Fizikokimyasal Özellikler

İzmir Tulum peynir örneklerinin depolama süresi boyunca saptanan fizikokimyasal özellikleri Çizelge 3 ve Çizelge 4 'de verilmiştir. Örneklerin kuru madde oranları 120 günlük depolama süresi boyunca %49,24-58,49 aralığında değişiklik gösterirken PAS kültürü örneklerin kuru madde miktarlarının kontrol grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır. Bunun yanında PAS kültürü peynir örneklerinin olgunlaşma süresi sonundaki ortalama kuru madde değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015)'ne uygun olduğu saptanmıştır. Buna karşın yapılan çalışmalarda PAS kültürü kullanılarak üretilen İtalyan ve Arjantin tipi sert peynir çeşitlerinden Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Reggiano Argentino ve Pecorina Sardo gibi koyun peynirlerinde kuru madde miktarının %60'ın üstünde olduğu vurgulanmıştır (Zalazar ve ark., 1995; Candioti ve ark., 2002; Morandi ve ark., 2019; Gaglio ve ark., 2019; Reinheimer ve ark., 1995).

Peynir örneklerinin depolama süresi boyunca yağ miktarları %26,93-27,29 aralığında değişiklik göstermiş olup PAS kültür kullanımının İzmir Tulum peynir örneklerinin yağ içeriklerinde önemli düzeyde değişikliğe sebep olmadığı saptanmıştır ($p > 0,05$).

Örneklerin tuz miktarları incelendiğinde en yüksek tuz içeriği C (%5,14) ve M (%4,25) örneklerinde saptanmıştır. Bu çalışmada örneklerin kuru maddede tuz oranlarının %tuz değerleriyle orantılı olarak değiştiği görülmüştür. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015)'ne göre salamurada olgunlaştırılan peynirlerde yani İzmir Tulum peynirinde kuru maddede tuz oranının maksimum %7,5 düzeyinde olması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmamızda örneklerin % kuru maddede tuz değerleri tüm örneklerde 1. gün hariç belirtilen bu değerlerin üstünde kalmıştır. Tuz peynirlerin sıvı fazında eriyen bir madde olmasından dolayı peynirlerin kitlesindeki nem bir başka ifadeyle kuru madde içeriğinden etkilenmektedir. Bu nedenle PAS kültürü ilaveli örneklerin kuru madde değerlerinin düşük olmasına peynir kitlesindeki tuz oranının yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Peynir örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerleri 5,50-5,77 aralığında değişiklik göstermiştir (Grafik 1). PAS kültürü kullanılarak üretilen peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

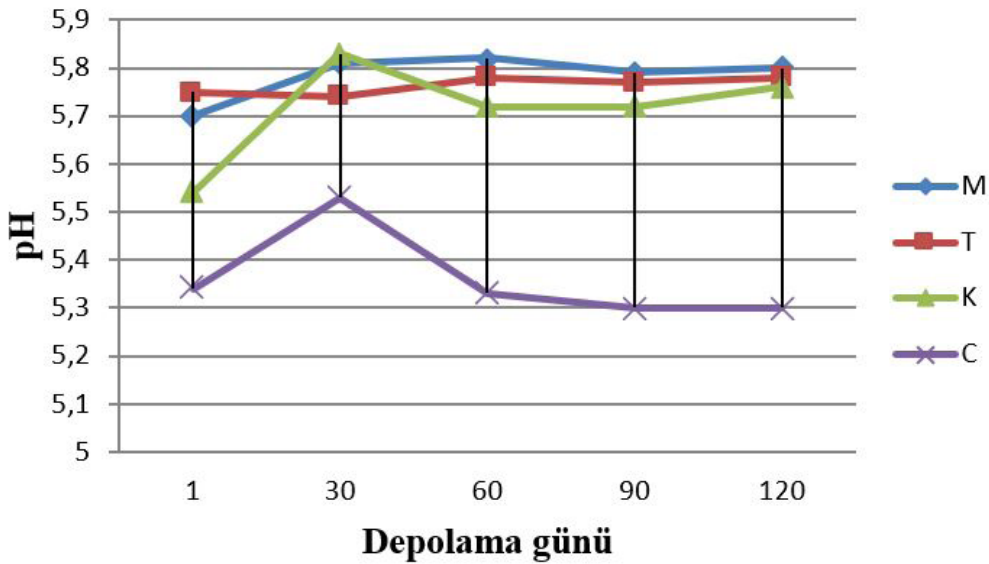
Çizelge 3. İzmir Tulum peyniri örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları**Table 3.** Physicochemical Properties of İzmir Tulum cheese samples

| Parametre | Depolama G./Örnek | 1 | 30 | 60 | 90 | 120 |
|----------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Kuru madde (%) | M | 49,71±1,91 ^{bAB} | 48,74±1,63 ^{bAB} | 48,69±1,50 ^{bAB} | 50,96±1,13 ^{bA} | 48,24±1,24 ^{bB} |
| | T | 49,51±1,39 ^{bA} | 50,29±0,73 ^{bA} | 49,50±0,86 ^{bA} | 48,89±1,38 ^{bA} | 49,87±1,08 ^{bA} |
| | K | 48,13±0,71 ^{bA} | 50,29±0,73 ^{bA} | 49,50±0,86 ^{bA} | 48,84±1,58 ^{bA} | 49,87±1,08 ^{bA} |
| | C | 59,35±0,49 ^{aA} | 57,88±2,09 ^{aB} | 56,08±1,83 ^{aC} | 59,28±0,66 ^{aA} | 59,41±0,51 ^{aA} |
| Yağ (%) | M | 27,28±1,10 ^{Ab} | 26,33±0,96 ^{Bab} | 27,18±0,69 ^{Ab} | 27,88±1,05 ^{Ab} | 27,88±1,05 ^{Ab} |
| | T | 27,05±0,26 ^{Ab} | 26,48±1,22 ^{Bb} | 26,33±0,69 ^{Bc} | 27,18±1,05 ^{Ab} | 27,13±1,77 ^{Ab} |
| | K | 27,20±1,77 ^{Ab} | 26,03±0,89 ^{Bab} | 26,46±1,58 ^{Ac} | 26,86±1,15 ^{Ba} | 27,85±0,60 ^{Aa} |
| | C | 28,53±0,49 ^{Aa} | 28,43±0,95 ^{Aa} | 28,83±0,81 ^{Aa} | 28,16±0,80 ^{Aa} | 28,75±0,78 ^{Ba} |
| Tuz (%) | M | 2,89±0,25 ^{Ca} | 4,76±0,11 ^{Bab} | 5,32±0,39 ^{Aa} | 4,87±0,15 ^{Bb} | 4,68±0,99 ^{Bc} |
| | T | 2,48±0,17 ^{Bb} | 4,97±0,24 ^{Aa} | 4,68±0,84 ^{Aa} | 4,85±0,27 ^{Ab} | 4,68±0,27 ^{Ac} |
| | K | 2,63±0,22 ^{Cab} | 4,68±0,10 ^{ABb} | 4,54±0,46 ^{7Ba} | 4,73±0,06 ^{ABb} | 4,93±0,19 ^{Ab} |
| | C | 2,63±0,22 ^{Cab} | 4,69±0,01 ^{Bb} | 4,72±0,56 ^{ABa} | 5,15±0,12 ^{Aa} | 5,17±0,10 ^{Aa} |
| Kuru maddede tuz (%) | M | 5,97±0,48 ^{Ca} | 9,14±0,61 ^{Bab} | 10,8±1,08 ^{Aa} | 9,30±0,48 ^{8ab} | 9,67±0,28 ^{Ba} |
| | T | 5,06±0,31 ^{Bbc} | 10,23±0,57 ^{Aa} | 8,71±2,19 ^{Ab} | 9,74±0,37 ^{Aa} | 9,43±0,19 ^{Aa} |
| | K | 5,58±0,45 ^{Cab} | 9,42±0,17 ^{Bab} | 8,52±0,84 ^{Bab} | 9,78±0,23 ^{Aa} | 9,80±0,67 ^{Aa} |
| | C | 4,52±0,43 ^{Bc} | 8,52±0,71 ^{Ab} | 7,86±0,74 ^{Ab} | 8,78±0,14 ^{Ab} | 8,63±0,12 ^{Ab} |

M: mezofilik PAS kültür T: termofilik PAS kültür K: mezofilik-termofilik PAS kültür C: kontrol grubu

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde ortalamalar birbirinden farklıdır.

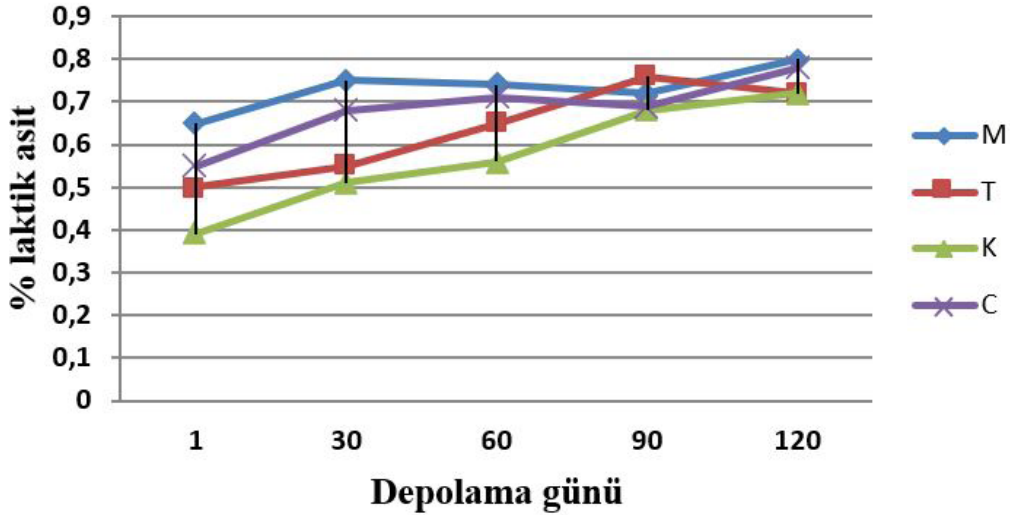
A, B, C, D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde ortalamalar birbirinden farklıdır.



M: mezofilik PAS kültür T: termofilik PAS kültür K: mezofilik-termofilik PAS kültür C: kontrol grubu

Şekil 2. İzmir Tulum peyniri örneklerinin depolama süresi boyunca saptanan pH değerleri

Figure 2. pH values of İzmir Tulum cheese samples during the storage period



M: mezofilik PAS kültür T: termofilik PAS kültür K: mezofilik-termofilik PAS kültür C: kontrol grubu

Şekil 3. İzmir Tulum peynir örneklerinin depolama süresi boyunca saptanan titrasyon asitliği değerleri

Figure 3. Titratable acidity values of İzmir Tulum cheese samples during the storage period

Çizelge 4. İzmir Tulum peyniri örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları (Devam)

Table 4. Physicochemical Properties of İzmir Tulum cheese samples (Continue)

| Parametre | Depolama Günü/ Örnek | 1 | 30 | 60 | 90 | 120 |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Toplam azot (%) | M | 3,06±0,00 ^{Ac} | 3,14±0,02 ^{Ab} | 2,77±0,16 ^{Cb} | 2,94±0,01 ^{Bc} | 3,11±0,01 ^{Ab} |
| | T | 3,01±0,06 ^{Bc} | 2,86±0,01 ^{Bc} | 2,92±0,33 ^{Cb} | 3,18±0,01 ^{Ac} | 3,10±0,00 ^{Ab} |
| | K | 3,33±0,02 ^{Bb} | 3,97±0,00 ^{Aa} | 3,38±0,20 ^{aB} | 3,86±0,25 ^{Aa} | 3,13±0,01 ^{Cb} |
| | C | 3,71±0,00 ^{Aa} | 3,05±0,06 ^{Db} | 3,38±0,51 ^{BcA} | 3,41±0,01 ^{Cab} | 3,55±0,06 ^{BcA} |
| Protein (%) | M | 19,35±0,30 ^{Ac} | 20,03±0,15 ^{Aab} | 17,67±1,06 ^{Cc} | 18,75±0,07 ^{Bb} | 19,86±0,07 ^{Ab} |
| | T | 19,23±0,40 ^{ABcC} | 18,29±0,08 ^{Cc} | 18,63±2,13 ^{BCab} | 19,65±0,07 ^{ABCb} | 19,82±0,01 ^{ABb} |
| | K | 21,77±0,18 ^{Ab} | 21,59±1,28 ^{Aa} | 18,28±1,58 ^{Bab} | 21,59±1,28 ^{Aa} | 19,12±1,48 ^{Bb} |
| | C | 23,66±0,02 ^{Aa} | 19,85±1,36 ^{Aab} | 21,57±2,49 ^{Ba} | 21,75±1,44 ^{Aa} | 22,69±1,57 ^{Aa} |
| Suda çözünen azot (%) | M | 0,17±0,00 ^{ABb} | 0,20±0,00 ^{Ab} | 0,20±0,00 ^{Ab} | 0,13±0,04 ^{Bc} | 0,16±0,00 ^{ABb} |
| | T | 0,19±0,00 ^{ABb} | 0,18±0,02 ^{Bb} | 0,22±0,02 ^{Ab} | 0,16±0,08 ^{BCb} | 0,18±0,00 ^{Bb} |
| | K | 0,20±0,00 ^{Aa} | 0,22±0,00 ^{Ab} | 0,17±0,00 ^{Bbc} | 0,12±0,00 ^{Cc} | 0,12±0,00 ^{Cc} |
| | C | 0,25±0,00 ^{Ca} | 0,32±0,00 ^{Aa} | 0,35±0,00 ^{Aa} | 0,27±0,05 ^{ABa} | 0,27±0,00 ^{ABa} |
| %12'lik TCA'da çözünen azot (%) | M | 0,26±0,00 ^{aD} | 0,36±0,02 ^{abB} | 0,38±0,00 ^{bB} | 0,47±0,01 ^{abA} | 0,30±0,02 ^{bC} |
| | T | 0,20±0,00 ^{bC} | 0,37±0,02 ^{cA} | 0,40±0,01 ^{bA} | 0,22±0,01 ^{cC} | 0,28±0,01 ^{cB} |
| | K | 0,17±0,02 ^{cF} | 0,42±0,01 ^{bB} | 0,53±0,01 ^{aA} | 0,28±0,01 ^{bE} | 0,39±0,01 ^{aC} |
| | C | 0,21±0,00 ^{bF} | 0,57±0,01 ^{aA} | 0,30±0,01 ^{cE} | 0,37±0,01 ^{aC} | 0,33±0,01 ^{bD} |

M: mezofilik PAS kültür T: termofilik PAS kültür K: mezofilik-termofilik PAS kültür C: kontrol grubu

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler p < 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B, C, D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler p < 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

İzmir Tulum peynir örneklerinin depolama süresi boyunca % laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri 0,56-0,73 aralığında değişiklik göstermiştir (Grafik 2). PAS kültürlü peynir örnekleri içerisinde en düşük titrasyon asitliği değerine K örneği sahip olduğu sebebinin termofilik- mezofilik PAS kültür içerisinde bulunan laktik asit bakteri türleri arasındaki rekabet ile ilişkilendirebilir. PAS kültürü ile üretilen İtalyan tipi peynirlerde titrasyon asitliğinin özellikle üretim sırasında %0,9 laktik asitten fazla olamadığı özellikle vurgulanarak ilerleyen aşamalarda asitlikte artış olduğu bildirilmektedir ([Reinheimer ve ark., 1995](#)). Ayrıca starterin hazırlanma şeklinin de asit içeriğinin artışında önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir ([Reinheimer ve ark., 1995](#)). PAS kültürü kullanılarak üretilen Parmigiano Reggiano peynirinde laktik asit cinsinden asitliğin %0,60-0,73, Arjantin tipi sert peynirlerde ise %1,24-1,44 aralığında değiştii ifade edilmektedir ([Reinheimer ve ark., 1995](#); [Bottari ve ark., 2009](#)). Görüldüğu gibi çalışmamızda elde edilen titrasyon asitliği değerleri diğer çalışmalarda belirtilen değerler arasında değişmiştir. Sonuç olarak, peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerindeki değişim kültür inokulasyon oranına, pıhtılaşma süresine, pıhtı sertliğine en önemlisi de kullanılan PAS kültürünün mikrobiyal ekolojisine bağlı bulunmaktadır ([Gatti ve ark., 2014](#)).

Peynir örnekleri arasında depolama süresince en yüksek toplam azot miktarına termofilik-mezofilik PAS kültürü ilaveli K örneği sahip olurken bunu sırasıyla C, T, M örnekleri izlemiştir. Örnekler arasında toplam azot miktarındaki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Birçok peynir çeşidinde kazeinlerin ilk hidrolizi, peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzim ve kısmen de mikrobiyal proteazlar sayesinde gerçeşmektedir. Bu hidrolizin son ürünleri büyük molekül ağırlıklı peptidler (suda çözünmeyen) ve orta büyüklükteki peptidler (suda çözünen) olarak ortaya çıkmakta ve bu peptidler olgunlaşma derinleştikçe rennin, starter kültür ve starter olmayan mikrobiyotanın proteaz ve peptidazları ile küçük molekül ağırlıklı peptidler, serbest amino asitler ve azotlu bileşiklere kadar parçalanmaktadır. Bu da bize azotlu bileşiklerin suya ya da %12 TCA'da çözünür forma geçmesiyle olgunlaşma derecesi arasında önemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. ([Gürsoy ve Kinik ,2005](#)). Peynir örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca suda çözünen azot değerlerinin % 0,12-0,27, % 12'lik TCA'da çözünen azot değerlerinin ise %0,306-0,366 aralığında değiştii saptanmıştır. En yüksek suda çözünen azot ve %12'lik TCA'da çözünen azot oranına kontrol grubu peyniri sahip olup onu sırasıyla PAS kültürlü T, M, K peynirleri izlemiştir. En düşük suda çözünen azot değerine K örneği sahip olmuştur. M, T ve K örneklerinin depolama

boyunca suda çözünen azot değerlerindeki düşüşler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bahsedilen kriterler peynirlerin olgunluk derecelerinin belirlenmesinde kriter olarak kullanılabilir. Ancak PAS kültürlerinin proteolitik aktiviteleri dolayısı ile olgunlaşma derecelerine etkisi oldukça karakteristik ve ilgi çekici bir konudur. Aktivite direkt peynirin olgunlaşma koşulları ile ilişkili bulunmaktadır. Örneğin, Arjantin PAS kültürlerinin hem asidik hem de proteolitik aktivitesinin önemli ölçütlerde yüksek olduğu vurgulanmaktadır. PAS mikrobiyotasının hayli stabil olduğu ve RSM içinde 0,5 saat aktive edildiği takdirde aktivitenin 30 kat arttığı yine 37-55 °C'de geliştirildiği takdirde de asitliğin hızla artarak laktik olmayan floranın gelişimini özellikle de olası bulaşan LAB dışındaki potansiyel mezofilik ve psikrotrofların gelişimini engelledii belirtilmektedir ([Reinheimer ve ark., 1995](#)). İtalyan tipi peynirlerin üretiminde kullanılan PAS kültürlerinde ise özellikle termofil homofermentatif *Lactobacillus* cinsinin özellikle de *L. helveticus* ve *L.delbrueckii* subsp. *lactis* türlerinin dominant flora oluşturduğu belirtilmektedir. Grana tipi peynirlerin üretiminde kullanılan PAS kültürlerinde *L. helveticus* ve *L.delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un en yoğun floranı oluşturduğu bazen de bu flora içinde *L.delbrueckii* subsp. *lactis*, *L.casei* subsp. *casei*, *L.fermentum* ve *S.salivarius* subsp. *thermophilus*'un oldukça sıklıkla bulunduğu ifade edilmektedir. Yine PAS kültürlerinde en yaygın kontaminant olarak mayalar belirtilmekte ve peynir olgunlaşmasında oynadıkları rol tam olarak tespit edilememektedir. Yine de araştırıcılar mayaların yüksek proteolitik ve lipolitik aktiviteleri nedeniyle peynirlerin aroma ve lezzet karakteristiklerine etki edebileceğini belirtilmektedir. Tüm bu verilerin ışığında; PAS kültürlerinin hazırlanması, inokulasyon oranı, en önemlisi de PAS kültürlerinin mikrobiyotası, peynir çeşidinin olgunlaşma süresi ve koşulları olgunlaşma derecesi ve derinliğini etkilemektedir ([Reinheimer ve ark., 1995](#), [Gaglio ve ark., 2019](#), [Gatti ve ark., 2014](#), [Morandi ve ark., 2019](#)).

Mikrobiyolojik Özellikler

İzmir Tulum peynir örneklerine ait mikrobiyolojik sayım sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Peynir örneklerinin *Lactobacillus* ssp. sayılarında depolama süresince dalgalanma görülmüş ve 8,7-13,76 log kob/g aralığında değişiklik göstermiştir. Depolama başlangıcında en yüksek *Lactobacillus* ssp. sayısına K örneği, depolama sonunda ise T örneği sahip olmuştur. Kontrol örneği (C) harici PAS kültür ilaveli diğer örneklerin depolama süresi boyunca *Lactobacillus* ssp. sayılarında görülen değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 5. İzmir Tulum peynir örneklerin mikrobiyolojik özellikleri**Table 5.** Microbiological Properties of İzmir Tulum cheese samples (log kob/g)

| Parametre | Depolama Günü/ Örnek | 1 | 30 | 60 | 90 | 120 |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | | | | |
| <i>Lactobacillus</i> spp. | M | 12,97±2,42 ^{Ab} | 12,26±0,31 ^{Aa} | 8,70±0,39 ^{Bc} | 11,00±1,02 ^{Abc} | 11,57±0,34 ^{Ab} |
| | T | 11,07±0,08 ^{ABc} | 12,06±0,95 ^{ABa} | 9,15±4,08 ^{Bb} | 10,09±0,62 ^{ABb} | 13,11±0,51 ^{Aa} |
| | K | 13,76±2,45 ^{Aa} | 12,39±2,82 ^{ABa} | 8,77±2,23 ^{Cc} | 10,34±0,71 ^{BCb} | 10,00±1,34 ^{BCc} |
| | C | 11,83±0,80 ^{Abc} | 11,02±2,11 ^{Ab} | 12,02±0,83 ^{Aa} | 12,08±0,42 ^{Aa} | 12,51±1,63 ^{Ab} |
| <i>Lactococcus</i> spp. | M | 9,54±0,98 ^{Ab} | 9,18±0,74 ^{ABbc} | 9,74±2,63 ^{Aa} | 8,89±1,73 ^{Ba} | 8,60±2,00 ^{Bab} |
| | T | 9,98±1,26 ^{Aa} | 8,96±1,85 ^{Bc} | 7,42±2,51 ^{Cc} | 7,27±1,00 ^{Db} | 7,68±2,80 ^{Cc} |
| | K | 9,26±1,83 ^{Bc} | 9,50±0,25 ^{Bb} | 8,08±2,65 ^{Ebc} | 8,73±1,28 ^{Ca} | 10,46±0,04 ^{Aa} |
| | C | 9,29±1,25 ^{Ac} | 8,90±0,28 ^{Ba} | 8,28±0,27 ^{Cb} | 6,77±1,02 ^{Dc} | 8,73±0,55 ^{Bab} |
| <i>Enterococcus</i> spp. | M | 3,98±0,25 ^{Aa} | 2,40±0,50 ^{Cb} | 3,05±0,00 ^{Bc} | 3,56±1,88 ^{ABb} | 2,00±0,70 ^{Cc} |
| | T | 2,74±0,48 ^{BCb} | 3,78±0,98 ^{Ba} | 5,50±0,08 ^{Aa} | 3,94±0,48 ^{Bab} | 3,05±0,94 ^{Bb} |
| | K | 3,37±0,01 ^{ABa} | 2,25±1,06 ^{Bb} | 4,32±1,75 ^{Ab} | 3,36±0,93 ^{ABbc} | 3,22±0,19 ^{ABa} |
| | C | 3,37±0,01 ^{BCa} | 2,64±0,33 ^{Ca} | 3,82±0,56 ^{Bbc} | 4,04±1,18 ^{ABa} | 2,88±1,01 ^{Cbc} |
| Maya -Küf | M | 3,31±0,67 ^{Bb} | 6,85±0,06 ^{Ad} | 4,37±0,17 ^{ABb} | 3,36±0,33 ^{Bc} | 6,46±2,58 ^{Aa} |
| | T | 3,65±1,07 ^{Cb} | 7,03±2,02 ^{Ac} | 6,85±0,44 ^{ABa} | 6,24±0,62 ^{ABa} | 6,13±1,34 ^{ABa} |
| | K | 3,77±0,56 ^{Cab} | 7,39±0,93 ^{Ab} | 3,62±0,76 ^{Cc} | 3,51±0,04 ^{Cbc} | 5,34±1,14 ^{Bb} |
| | C | 4,37±0,80 ^{Ba} | 8,48±0,05 ^{Aa} | 4,39±1,12 ^{Bb} | 4,06±1,03 ^{Bb} | 3,88±0,31 ^{Bc} |

M: mezofilik PAS kültür **T:** termofilik PAS kültür **K:** mezofilik-termofilik PAS kültür **C:** kontrol grubu

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B, C, D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Peynir örneklerinin depolamanın 1.gününde *Lactococcus* spp. sayısı 9,26-9,98 log kob/g aralığında değişirken depolamanın 120. gününde 7,68-10,46 log kob/g aralığında değişiklik göstermiştir. Tüm örneklerin *Lactococcus* spp. sayılarında depolama süresi boyunca düzensiz artış ve azalışlar görülmüştür.

PAS kültürü ile üretilen peynirlerin *Enterococcus* spp. sayıları depolamanın 1.gününde 2,74-3,98 log kob/g seviyelerinde iken depolama sonunda bu değer 2,00-3,22 log kob/g seviyelerine düşmüştür. En yüksek *Enterococcus* spp. sayısına T örneği depolamanın 60. gününde sahip olmuştur. Depolama süresince tüm örneklerin *Enterococcus* spp. sayılarında meydana gelen artış ve azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Peynir örneklerinin depolama süresi boyunca maya-küf sayıları 3,31-8,48 log kob/g aralığında değişiklik göstermiştir. En yüksek maya-küf içeriğine kontrol örneği depolamanın 30. gününde sahip olmuştur. Depolama süresi boyunca PAS kültür ilaveli peynirlerin maya-küf sayıları kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). [Erceyes ve ark. \(2018\)](#)

Tokat ilinde satılan 30 adet Tulum peyniri üzerindeki çalışmalarında Tulum peynirlerinin ortalama maya-küf sayısını 5.91 log kob/g olarak saptamıştır.

PAS kültürü ilaveli peynir üretimini konu alan çalışmalarda temel bağlamda hakim floranın *Lactobacillus* spp. olduğu ve *L. helveticus* ve *L. delbrueckii* subsp. *lactis* ve *L. casei*'nin en sıklıkla izole ve idantifiye edilen türler olduğu belirlenmiştir. *Lactobacillus* türlerinden sonra *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp. daha az sıklıkla da *Leuconostoc* spp., *Propionibacterium* ve *Pediococcus* türlerinin izole ve idantifiye edildiği bildirilmektedir ([Manuu ve ark., 2002](#); [Morandi ve ark., 2019](#); [Gaglio ve ark., 2019](#); [Reinheimer ve ark., 1995, 1996](#); [Candiotti ve ark., 2002](#); [Coppola ve ark., 1998](#); [Ercolini ve ark., 2003](#)).Yapılan çalışmalara benzer şekilde çalışmamızda da tür ve suş düzeyinde izolasyon ve identifikasyon yapılmamasına karşın hakim florayı *Lactobacillus*'ların oluşturduğu bunu Laktokoklar ve Enterokokların izlediği saptanmıştır. Diğer taraftan peynir altı suyundan hazırlanan kültürlerin mikrobiyotasının mevsimlere göre değiştiği de unutulmamalıdır.

Tekstürel Değerlendirme

Peynir örneklerinin tekstürel özelliklerine ait veriler Çizelge 6'da verilmiştir. Sertlik, peynire birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak belirtilmektedir (Yaşar, 2007). Tüm peynir örneklerinin sertlik değerlerinin olgunlaşmanın başlangıcında maksimum değerde olduğu görülmüştür. Depolamanın 1.gününde ortalama sertlik değerleri 4,05-4,63 kg aralığında değişiklik gösterirken depolamanın 120. gününde ise değerler 0,70-2,48 kg aralığında değişmiştir. Peynirlerin sertlik değerlerinin olgunlaşma süresince azalma gösterdiği görülmüştür. Olgunlaşma arttıkça sertlik değerlerinde düşüş gözlemlenmesi proteolizle ilişkilendirilmiş ve başka araştırmacılar tarafından da bu durumun gözlemlendiği belirtilmiştir (Lane ve ark., 1997; Sahan ve ark., 2008).

Peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine bakıldığında PAS kültürlü örneklerin iç yapışkanlık

değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Awad ve ark. (2002) peynir iç yapışkanlık değerlerindeki farklılıklara üretim teknikleri ve kullanılan ham maddenin neden olduğunu bildirmişlerdir. Akan ve Kınık (2018), Beyaz peynirde 90 günlük depolama süresi sonunda iç yapışkanlık değerlerinin depolamanın 1. günü ile kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmediğini saptamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda ise kontrol örneği hariç PAS kültür ilaveli peynirlerin iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresi sonunda depolama başlangıcına göre önemli düzeyde değişmediği saptanmıştır ($p>0.05$).

Elastikitey, ilk sıkıştırma sonrası gıda maddesinin eski halini alma oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu diğer, birinci sıkıştırma sonundaki yükseklik ile ikinci sıkıştırmaya başlama yüksekliği arasındaki mesafe olarak ifade edilmektedir. Peynir örneklerinin depolama süresi boyunca elastikitey değerleri 6,15(M)-7,63(C)

Çizelge 6. İzmir Tulum peynir örneklerin tekstürel değerlendirme sonuçları

Table 6. Textural Properties of İzmir Tulum cheese samples

| Parametre | Depolama Günü/Örnek | 1 | 120 |
|--------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Sertlik (kg) | M | 4,63±0,89 ^{aA} | 0,70±0,16 ^{cD} |
| | T | 4,19±0,23 ^{aA} | 1,56±0,28 ^{bC} |
| | K | 4,17±0,75 ^{aA} | 1,11±0,47 ^{bC} |
| | C | 4,05±0,31 ^{aA} | 2,48±0,88 ^{aB} |
| İç Yapışkanlık | M | 0,51±0,11 ^{aA} | 0,62±0,07 ^{aB} |
| | T | 0,62±0,07 ^{bA} | 0,59±0,17 ^{bB} |
| | K | 0,64±0,01 ^{bA} | 0,65±0,05 ^{aA} |
| | C | 0,61±0,24 ^{bA} | 0,34±0,02 ^{cB} |
| Elastikitey (mm) | M | 7,63±0,16 ^{aA} | 7,22±0,20 ^{aA} |
| | T | 7,53±0,04 ^{aA} | 7,51±0,08 ^{aA} |
| | K | 7,50±0,25 ^{aA} | 7,10±0,27 ^{aA} |
| | C | 6,15±0,54 ^{bA} | 7,04±0,07 ^{aA} |
| Sakızimsılık (kg) | M | 2,35±0,49 ^{aA} | 0,43±0,14 ^{dC} |
| | T | 2,50±0,22 ^{aA} | 0,91±0,15 ^{aB} |
| | K | 2,70±0,50 ^{aA} | 0,71±0,26 ^{cB} |
| | C | 1,53±0,59 ^{bA} | 0,84±0,35 ^{bC} |
| Çiğnebilirlik (mj) | M | 178,03±42,31 ^{aA} | 35,26±17,19 ^{bC} |
| | T | 191,85±12,86 ^{aA} | 67,40±11,12 ^{aB} |
| | K | 198,81±39,12 ^{aA} | 50,06±20,35 ^{aB} |
| | C | 75,66±2,30 ^{bB} | 58,02±24,05 ^{aC} |

M: mezofilik PAS kültür **T:** termofilik PAS kültür **K:** mezofilik-termofilik PAS kültür **C:** kontrol grubu

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B, C, D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

mm aralığında değişiklik göstermiştir. Depolamanın 1. gününde PAS kültürü peynirlerin elastikiyet değerleri kontrol örneğinden farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde PAS kültürü tüm örneklerin elastikiyet değerlerinde düzenli düşüş saptanmıştır. Bunun aksine kontrol örneğinin elastikiyet değerinin depolamanın sonunda depolamanın başlangıcına göre arttığı görülmüştür. Genel olarak PAS kültürü örneklerin elastikiyet değerleri üzerinde, olgunlaşma süresi ve kullanılan starter kültürün önemli düzeyde etkisi olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

120 günlük depolama süresi sonunda PAS kültürleri ile üretilen örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin depolamanın başlangıcına göre oldukça düştüğü görülmektedir. Dolayısı ile PAS kültürü kullanılan örneklerde duyu özelliklerin olgunlaşma süreci ile gelişmesine bağlı olarak çiğnenebilirlik özelliğinin iyileştiği söylenebilir. [Erbay ve ark. \(2010\)](#) Hellim peyniri üzerine yaptıkları çalışmalarında örneğin protein içeriğinin artmasıyla çiğnenebilirlik değerlerinin de arttığını bildirmişlerdir fakat bu sav çalışmamızda gözlenmemiştir.

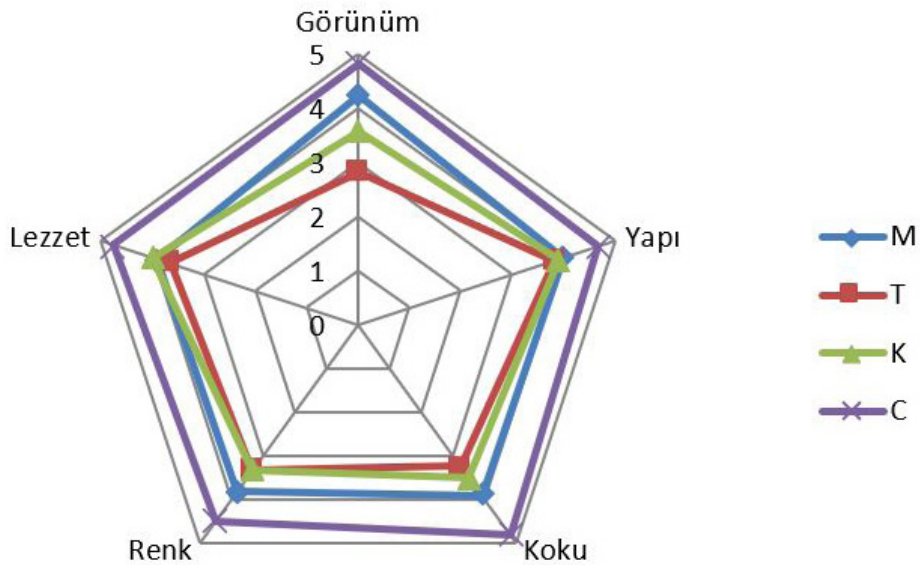
Depolama süresi boyunca tüm örneklerin sakızimsılık değerleri istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmiştir ($p<0,05$). 120 günlük olgunlaşma

süresi sonunda kontrol örneği hariç tüm örneklerin sakızimsılık değerleri olgunlaşmanın 1. gününe göre azalmıştır. [Carvalho ve ark. \(2015\)](#) olgunlaştırılmış sert peynirlerin sakızimsılık değerlerinin depolama süresince azaldığını ve farklı depolama sıcaklıklarının sakızimsılık üzerine etki ettiğini bildirmişlerdir.

Duyusal Değerlendirme

İzmir Tulum peynir örneklerinin duyu değerlendirme sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015)'ne göre termize süttten üretilen ve telemesi haşlanmayan peynirlerin en az 120 gün olgunlaştırılması gerekmektedir. Çalışma materyallerimiz de termize süttten üretildiği için peynirlerin duyu değerlendirmesi sadece depolamanın 120. gününde yapılmıştır. Tüm duyu özellikler açısından peynir örnekleri sıralandığında en yüksek puanlara kontrol örneği sahip olmuştur. Görünüm açısından kontrol örneğinden sonra en beğenilen örnek M örneği, lezzet açısından kontrol örneğinden sonra K örneği beğenilmiştir. Panelistler M ve T örneklerinin fazla tuzlu K örneğinin ise hafif tuzlu olduğunu belirtmişlerdir. Panelistler T ve K örneğinin diğer örnekler göre daha az sert olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarına



M: mezofilik PAS kültür **T:** termofilik PAS kültür **K:** mezofilk-termofik PAS kültür **C:** kontrol grubu

Şekil 4. İzmir Tulum peyniri örneklerinin duyu değerlendirme sonuçları (Depolamanın 120. günü)

Figure 4. Sensorial properties of İzmir Tulum cheese samples (120th day of storage)

dayanarak lezzet, koku, yapı, renk ve görünüm kriterleri açısından C örneğinin beğenildiği, PAS kültür ilaveli örneklerin bazı duyuşal kriterler açısından geliştirilmesi gerektiği saptanmıştır.

SONUÇ

Dünyada bilindiği üzere çok sayıda peynir çeşidi üretilmektedir. Peynir üretiminde de geleneksel yöntemlerin yanında bilimsel ve teknolojik ilkelere göre peynir üretimini esas alan üretim yöntemler benimsenmeye başlamıştır. Ancak dünyanın hemen her ülkesinde sadece o yöreye özel kendine has kimyasal ve duyuşal özellikleri ile karakterize edilen peynir çeşitleri bulunmaktadır. Bu bağlamda da peynir altı suyundan hazırlanan peynir altı suyu kültürleri özellikle İtalya Sicilya bölgesi, İspanya, Arjantin gibi ülkelerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca geleneksel peynirlerin endüstriyel üretiminde seçilen starter kültürlerin teknolojik performanslarındaki düzensizlikler

sebebiyle peynir altı suyu kültürleri starter kültürlerin yerine kullanılabilir. Bu amaçla çalışmamızda Türkiye'nin Tulum peynirleri arasında en çok bilinen ve en çok tüketilen tiplerinden birisi olan İzmir Tulum peyniri üretiminde PAS kültürü kullanım olanakları araştırılmıştır. Temelde kompleks bir mikrofloraya sahip olan PAS kültürünün *Lactococcus*, *Lactobacillus* ve *Enterococcus* sayıları açısından sınırlı kalan mikrobiyal ekolojisinin peynirin fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada üretilen peynirlerin geleneksel yolla üretilen peynirlerle benzer özellikler göstermesine karşın daha ayrıntılı ve çeşitli PAS kültürleri (değışik tulum peyniri üretici firmalar kaynaklı peynir altı suları) peynir altı sularından hazırlanacak ile süte inokülasyon oranı ve süresi, mayalama sıcaklığı, ham peynirde ön olgunlaştırma ve koşulları, olgunlaşma sıcaklığı ve süresi gibi daha çok parametre içeren koşullar altında çalışmalar yapılması, bunun yanında PAS kültürünün mikrobiyotasının tür ve suş düzeyinde belirlenmesi gerektiği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Akan, E. ve Kınık Ö. 2018. Effect of mineral salt replacement on properties of Turkish White cheese. *Mljekarstvo* 68 (1): 46-56.
- Anonim. 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. ed: Halkman A.K., Basak Matbaacılık Ltd. Sti., Ankara.
- Awad, R.A., Abdel-Hamid, L.B., El-Shabrawy, S.A. and Singh, R.K. 2002. Texture and microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35: 54-61.
- Bottari, B., C. Agrimonti, M. Gatti., E. Neviani, and N. Marmiroli. 2013. Development of a multiplex real time PCR to detect thermophilic lactic acid bacteria in natural whey starters. *Int. J. Food Microbial*, 160: 290-297.
- Bottari, B., Santarelli, M., Neviani, E. and Gatt, M. 2009. Natural whey starter for Parmigiano Reiano: culture- independent approach . *Society for Applied Microbiology, Journal of Applied Microbiology*. pp.1676-1684.
- Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E. and Vines, B.K. 1993. Chemical and physical methods. Standard methods for the examination of dairy products. Editor: Marshall, R. T. Washington DC, American Public Health Association, Washington.
- Buchin, S., Tessier, L., Berthier, F., Salmon, J.C. and Duboz, G. 2004. How volatile compound profiles are modified by indigenous milk microflora in hard cooked cheese ? *IDF symposium on cheese. Ripening, characterization and technology*. 80 Prgue Czech Republic, 21-25 March.
- Calasso, M., Ercolini, D., Mancini, L., Stellato, G., Minervini, F., Di Cagno, R., De Angelis, M., Gobbetti, M., 2016. Relationships among house, rind and core microbiotas during manufacture of traditional Italian cheeses at the same dairy plant. *Food Microbiol*. 54, 115–126.
- Candiotti, M.C., Hynes, E., Quiberoni, A., Palma, S.B., Sabbag, N. And Zelazar, C.A. 2002. Reggiano Argentinian cheese; influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from naturel whey cultures cheese making and ripening processes. *Int. Dairy Journal*, 12: 923-931.
- De Sousa Carvalho, M. A. P da Silva, J. L. F. eSouza, N. F. Vieira, G. R. Plácido, E. S. Nicolau, M. E. Lage, R. B. S. 2015. Neves. "Physico-chemical and rheological properties of prato cheese during ripening," *Afr. J. Biotechnol.*, vol. 14, pp. 2028-2034.
- Coppala, S., Parente, E., Dumontet, S. and Antonella La Peccerella. 1998. The microflora of natural whey cultures utilized as starters in manufacture of Mozzarella cheese from water-buffalo milk. *Le Lait, INRA Editions*, 68(3): 295-309.
- Cremonesi, P., L. Vanoni, S. MOrandi, T. Silveti, B. Castiglioni, and M. Brasca. 2011. Development of a pentaplex PCR assay for the simultaneous detection of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus*, *L. Delbrueckii ssp. lactis*, *L. Helveticus*, *L. Fermantum* in whey starter for Grana Padano cheese. *INTJ. Food Microbiol*. 146: 207-211.
- De Pasquale, I., Di cagno, R., Buchin, S., De Angelis, M. and Gobbetti, M. 2019. Use of autochthonous mezophilic lactic acid bacteria as starter cultures for making Pecorino Grobonese cheese: effect on compositional microbiological and biochemical attributes. *Food Res Int*. 116:1344-1356.
- Erbay, Z., Koca, N. ve Üçüncü, M. 2010. Hellim peynirinin bileşimi ile renk ve dokusal özellikleri arasındaki ilişkiler, *GIDA* 35 (5): 347-353.
- Erceyes, Ö., Yıldırım, M. ve 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.

- Ercolini, D., Hill, P.J. and Dodd C. E.R. 2003. Bacterial community structure and location in stilton cheese. *American society for microbiology*, 69: 3540-3548.
- Gaglio, R., Tadano, M., Scatessa, M.L., Franciosi, E., Conono, O., Mancuso, L., D Gerlando, R., Cardamone, C. And Settanni, L. 2019. Transformation of raw ewes milk applying 'Grana type pressed cheese technology : Development of extra hard ' Granoviona cheese. *L.J. of food Microbiology*, 307:1-13.
- Gallegas, J., Arce, C., Jordano, R., Arce, L. and Medina LM. 2017. Target identification of volatile metabolites to allow the differentiation of lactic acid bacteria by gas chromatography-ion mobility spectrometry. *Food Chemistry*, 220:362-370.
- Gatti, M., Bottari, B., Lazzi, C., Neviani, E., Mucchetti, G. 2014. Invited Review: Microbial evaluation in raw milk long ripened cheeses produced using undefined natural whey starters. *J. Dairy Sci.* 97:573-591
- Giraffa, G., Mucchetti, G., Addeo, F. and Neviani, E. 1997. Evolution of lactic acid microflora during Grana cheese-making and ripening. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 15: 115-122.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö. 2005. Bazı probiyotik bakterilerin destek kültür olarak beyaz peynir üretiminde kullanımı. E.Ü.F.B.E. Doktora Tezi Bornova, İzmir.
- Kılıç, S. 2011. Peynir Starter Kültürleri. Peynir Biliminin Temelleri. (Editörler: A. A. Hayaloğlu, B. Özer), Türkiye, 121-172.
- Kuchroo, C. N., Fox, P. F. 1982. Soluble nitrogen in Cheddar Cheese: Comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*. 37: 331-335.
- Lane, C.N., Fox, P.F., Johnston, D.E., McSweeney, P.L.H. 1997. Contribution of Coagulant to Proteolysis and Textural Changes in Cheddar Cheese During Ripening. *Int. Dairy J.* 7, 453-464.
- Limsowtin, G.K.Y., Powell, I.B. and Parente, E. 1995. Types of starters, (pp.101-129). In: Cogan, T.M., Accolas J.P., eds., *Dairy Starter Cultures*, Wiley VCH, NewYork, 277p.
- Manfredini, L., Settanni L., Poznanski, E., Cavazza, A. And Franciosi, E. 2012. The spatial distribution of bacteria in grana cheese during ripening. *Syst. Appl. Microbiology*, 35:54-63.
- Mannu, L., Comunion, R. and Sciatu, M.F. 2000. Mesophilic Lactobacilli in Fiore Sardo Cheese. PCR identification and evolution during cheese ripening. *Int. Dairy J.* 6:383-389.
- Mantel, D.A., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuittion, D.A. and Desmasures, N. 2014. Traditional cheese; Rich and diverse microbiota with associated benefits. *I.J. of Food Microbiology*, 177:136-154.
- Matera, J., Luna, A. S., Batista, D. B., Pimental, T.C., Moraes, J. and Kamimura, B.A. 2018. Brazilian cheeses: A survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds. *Food Res. Int.* 108: 18-26.
- Manfredini, L., L. Settanni, E., Poznanski, A., Cavazza, and E. Franciosi. 2012. The spatial distribution of bacteria in Grana-cheese during ripening. *Syst. Appl. Microbiol.* 35:54-63.
- Morandi, S., Battelli, G., Silveti, T., Goss, A., Cologna, N. and Brasca, M. 2019. How the biodiversity loss in natural whey culture is affecting ripened cheese quality? The case of Trentingrana cheese. *LWT*, 115:1-9.
- O'Sullivan, D.J., Fallico, V., Ósuiliván, O., Mc Sweeney, D.L., Sheehan, J.J., Cotton, P.D. and Giblin, L. 2015. High through put DNA sequencing to survey bacterial histidine and tyrosine decarboxylases in raw milk cheeses. *BMC Microbiol.* 15:1-12.
- Pogačić, T., Mancini, A., Santarelli, M., Bottari, B., Lazzi, C., Neviani, E. and Gatti, M. 2013. Diversity and dynamic of lactic acid bacteria strains during aging of a long ripened hard cheese produced from raw milk and undefined natural starter. *Food Microbiol.* 36:207-215.
- Polychroniadou, A. 1994. Objective indices of maturity of Feta and Teleme cheese. *Milchwissenschaft*. 49(7):376-379.
- Reinheimer, J. A., Quiberoni, A., Tailliez, P., Binetti, A. G. and Suarez, V. B. 1996. The lactic acid microflora of natural whey starters used in Argentina for hard cheese production. *Int. Dairy J.*, 6: 869-879.
- Rossetti, L., Fornasari, M.E., Gatti, M. And Lazzi, C. 2008. Grana Padano cheese whey starters: Microbial composition and strain distribution. *International Journal of Food Microbiology*, 127: 168-171.
- Rossi, F., Gatto, V., Sabattini, G. and Torriani, S. 2012. An assessment of factors characterising the microbiology of Grana Trentino cheese; A Grana type cheese. *I.J. of Dairy Technology*, 65: 401-409.
- Santarelli, M., Gatti, M., Lazzi, C., Neviani, E. and Bottari, B. 2013. Survey on the community and dynamics of Lactic acid bacteria in Grana Padano cheese. *Systematic and Applied Microbiology*, 36: 593-600.
- Solieri, L., Biamchi, A. and Gludici, P. 2012. Inventory of non starter Lactic acid bacteria from ripened Parmigiano Reggiano cheese as assessed by a culture dependent multiplex approach. *Syst. Appl. Microbiol.* 35: 270-277.
- Sahan N., Yasar 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. *J. Dairy Res.* 75, 1-7.
- Todaro, M., Francesca, N., Reale, S., Maschetti, G., Vitale, F. and Settanni, L. 2001. Effect of different salt techniques on the chemical and microbiological characteristics of PDO Pecorino Siciliano cheese. *Eur Food Res. Technol.* 233: 931-940.
- Peynir Tebliği, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Tebliğ No: 2015/6.
- Yaşar, K. 2007. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzim Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yerlikaya, O. 2012. Süt ve geleneksel süt ürünlerinden probiyotik özellikteki *Enterococcus* türlerinin izolasyonu, tanımlanması ve İzmir Tulum peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR.
- Zago, M., Fornasari, M.E., Rosetti, L., Bonuni, B., Scano, L., Carminari, D. and Graffe, Q. 2007. Population dynamics of Lactobacilli in Grana Cheese. *Ann Microbiol.* 57: 344-353.
- Zalazar, C.A., Meinardi, C.A. and Hynes, E. 1999. Quesas típicos argentinos producción y características. *Vng Universidad, Nacional de Litoral*.