

Received: March 23, 2019

Accepted: May 10, 2019

Peynir Üretiminde Mikroorganizmaların Rolü Ve Önemli Mikroorganizma Grupları

Şeniz KARABIYIKLI^{1**}, Sümeyya ERDOĞMUŞ²

^{1,2}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

Öz

Peynir, sütün çeşitli yollarla pıhtılaştırılması ve pıhtının peynir altı suyundan uzaklaştırılıp şekil verilmesiyle elde edilen bir süt ürünüdür. Sütün peynire dönüşümündeki ana basamaklar koagulyasyon, süzülme ve olgunlaşmadır. Dünyada farklı tat ve lezzete sahip birçok peynir çeşidi mevcuttur. Peynir çeşitliliği bir ülkenin kültürel alışkanlıklarına, bitki örtüsüne, süt veren hayvan çeşitlerine ve üretim yöntemlerine bağlı olarak değişmektedir. Sütte bulunan doğal flora içerisinde birçok mikroorganizma bulunmaktadır. Peynirde ise lezzetin oluşmasını sağlayan olgunlaşma basamağında iki tür mikrofloranın önemli etkisi bulunmaktadır. İlk mikroflora laktik asit üreten starter kültür bakterileridir. İkinci flora ise laktik asit bakterileri, mayalar, küfler ve diğer mikroorganizma gruplarıdır. Peynirin oluşmasında öncelikli olarak starter görevi gören homofermantatif laktik asit bakterileri laktozu parçalayarak laktik asit üretirler. Mayalar, starter kültür olan laktik asit bakterilerince olgunlaşmanın ilk aşamasında üretilen laktik asidi parçalayarak ortamın pH değerini yükseltip olgunlaşmaya katkıda bulunan bakteriyel florayı destekleyerek peynirde tat ve aromanın oluşmasına katkı sağlarlar. Küfler ise bazı özel peynirlerin üretiminde peynire özgü tadın oluşmasında rol oynamaktadır.

Bu derleme çalışmasında peynir üretiminde rol oynayan çeşitli mikroorganizmaların peynirlerde tat ve aroma oluşumu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalardan elde edilen bilgilere göre süt ürünlerinde bulunan mikroorganizmaların birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Bu olumlu etkiler arasında endüstriyel üretimde standart kalitede bir ürünün elde edilmesi, üretilen antimikrobiyal maddeler sayesinde patojen mikroorganizmaları inaktivasyonu ile ürünün raf ömrünün uzatılması, probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların ürüne eklenmesiyle fonksiyonel gıda elde edilmesi gibi birçok fonksiyon sayılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Peynir, mikrobiyal flora, fonksiyonel gıda

Role of Microorganisms in Cheese Production And Important Groups of Microorganisms

Abstract

Cheese is a milk product obtained by coagulating milk in various ways and removing the clot from whey. The main steps in the transformation of milk into cheese are coagulation, infiltration and maturation. There are many kinds of cheese in the world with different taste and flavor. Cheese diversity is due to a country's cultural habits, nature conditions, milk-giving animals and different production methods. The milk has many microorganisms in natural flora. Two types of microflora have a significant effect on the maturation stage that provides the formation of flavor in cheese. The first microflora is starter culture bacteria that produce lactic acid. The second flora is lactic acid bacteria, yeasts, molds and other microorganisms. In the formation of cheese, primarily homofermentative lactic acid bacteria produce lactic acid by breaking down lactose. The yeasts contribute to the formation of aroma in cheese by starting the lactic acid bacteria by starter lactic acid bacteria by increasing the pH of the product and supporting the bacterial flora which contributes to the maturation. Molds play a role in the production of certain special cheeses. In this review, the effects

** Corresponding Author, e- mail: seniz.karabiyikli@gop.edu.tr

of microorganisms that play a role in cheese production on taste and aroma formation in cheeses were investigated. According to the results of recent studies microorganisms in dairy foods have several positive effects. Among these positive effects, the production of standard quality products in industrial production, prolongation of the shelf life of the product by inactivation of pathogenic microorganisms by means of produced antimicrobial agents, and the addition of microorganisms used as probiotics to the product can be considered as many functions.

Keywords: Cheese, microbial flora, functional food

1. Giriş

İnsanların beslenmesinde ve gelişiminde süt ve ürünleri yaygın olarak tüketilmektedir [1-2]. Sütün vücut için en iyi değerlendirilme şekli direkt süt olarak tüketilmesidir. Fakat geçmişte insanoğlu sütü uzun süre muhafaza edemediği için çeşitli ürünlere dönüştürmeyi tercih etmiştir. Bu ürünlerden bir tanesi olan peynir, insanların severek tükettiği süt ürünleri arasında yer almaktadır [3]. Ayrıca peynir içeriğinde bulunan proteinler başta olmak üzere, biyoaktif peptidler, amino asitler, yağ, yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve kalsiyum nedeniyle biyoyararlılığı yüksek, önemli bir süt ürünü olarak kabul edilmektedir [4]. Peynir; sütün enzim ya da zararsız organik asitlerin ilavesiyle pıhtılaştırılması, pıhtının süzülmesi, şekil verilmesi ve tuzlanmasıyla üretilen taze ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulan bir süt ürünüdür [5-6]. Sütün peynire dönüşümündeki ana basamaklar basitçe koagülasyon, süzülme ve olgunlaşmadır [7]. Peynirlerin genel olarak üretim şekilleri benzer olmasına rağmen aroma ve lezzet oluşumunu etkileyen temel faktörler; sütün kompozisyonu, süte uygulanan işlemler, pıhtının yapısı, pıhtıya uygulanan işlemler ve olgunlaştırma basamağıdır [7-8].

Peynirin olgunlaştırılması, peynirin lezzet, doku ve aroma özelliklerinin gelişimini sağlayan en önemli basamaktır. Olgunlaşma, mikroorganizmaların metabolizması ve enzimlerin aktivitesine bağlı olarak asitlerin, yağların ve proteinlerin bozulmasının veya parçalanmasının sonucudur [4]. Olgunlaşma basamağında peynir mikroflorası önemli bir etkiye sahiptir. Peynirde iki önemli mikroflora grubu bulunmaktadır bunlardan ilki asit üreten ve çoğunluğu homofermantatif özellik gösteren starter laktik asit bakterileri (LAB), ikincil mikroflora ise laktik asit bakterileri, mayalar, diğer bakteriler ve küflerin oluşturduğu karışık mikroorganizma grubudur [9-10]. Laktik asit bakterileri gram pozitif, genellikle spor oluşturmeyen, *Pediococcus* cinsi hariç olmak üzere tek düzlemde bölünen, belli oranlarda asidi tolere edebilen, karbonhidrat fermantasyonunda laktik asit üreten ve genellikle hareketsiz bakterilerdir. Laktik asit bakterileri zararsız, insan ve hayvan sağlığına fayda sağlayan mikroorganizmalar olarak bilinmekte ve GRAS (Generally Recognized as Safe) statüde güvenli olarak kabul edilmektedir. Sütte bulunan ya da sonradan eklenen laktik asit bakterilerinin en önemli görevi karbonhidrat fermantasyonunda laktozun laktik aside dönüşümünü sağlamak olup bunun yanı sıra laktik asit bakterileri ürettikleri çeşitli antimikrobiyal maddeler sayesinde ürünün mikrobiyal güvenliğine de katkı sağlamaktadır. Oluşan laktik asit ise sütün peynir mayasıyla pıhtılaştırılmasını, peynir altı suyunun pıhtıdan ayrılmasını, doku ve lezzetin gelişmesini ve ürünün patojen mikroorganizmalardan korunmasını sağlamaktadır. [11-12]. Peynirde laktik fermantasyonu özellikle termofil ve mezofil streptokoklar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlar içinde ise en önemli türler *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Enterococcus faecalis*'tir [13].

Olgunlaşma sırasındaki biyokimyasal olaylarda ilk olarak laktozun parçalanması, proteoliz ve lipoliz olayları gerçekleşmektedir. Bu parçalanmalardan sonra ortaya çıkan yağ asitleri ve amino asitlerin parçalanması ise ikincil reaksiyonlar olarak adlandırılmaktadır [13-14]. Mayalar laktik asidi parçalayarak ortamın pH değerini yükseltmekte ve böylece ikincil reaksiyonların başlamasını desteklemektedirler. Laktik asidin parçalanması peynir ürünlerinde tat ve aromanın oluşmasında en

önemli kimyasal olaydır. Laktat, laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından etil alkol, asetat ve CO₂ gibi bileşiklere parçalanarak, bu ürünlerde tat ve aromanın oluşmasında ve/veya gelişmesinde rol oynamaktadır [15-16]. Çeşitli çalışmalarda bazı peynir çeşitlerinden izole edilmiş olan maya türlerinin *Candida catenulata*, *C. intermedia*, *C. rugosa*, *C. sake*, *C. tenuis*, *C. versatilis*, *C. zeylanoides*, *Clavispora lusitaniae*, *Cryptococcus albidus*, *Debaryomyces hansenii*, *Dipodascus capitatus*, *Geothricum candidum*, *Issetchenkia occidentalis*, *I. orientalis*, *Kluyveromyces lactis*, *K. marxianus*, *Pichia fermentans*, *P. jadinii*, *P. kluyveri*, *P. membranefaciens*, *P. pseudocactophila*, *Rhodotorula glutinis*, *R. minuta*, *R. mucilaginosus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. exiguus*, *S. unisporus*, *Trichosporan cutaneum*, *T. delbrueckii*, *T. ovoides*, *T. pullulans*, *Williopsis californica*, *Yarrowia lipolytica* ve *Zygosaccharomyces rouxii* türlerine ait olduğu bildirilmiştir [17-19].

Küfle olgunlaştırılan peynirlerden en iyi bilinen ve yaygın olarak tüketilenler; Danablu, Gorgonzola, Roquefort ve Stilton peynirleridir. Bu peynirlerdeki farklılık olgunlaşma sırasında *Penicillium roqueforti*'nin gelişimine bağlıdır. Bu tür peynirlerin üretiminde kullanılan küflerin sentezlediği enzimler (lipaz, esteraz) üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve *Penicillium* cinsine ait farklı türlerin (*Penicillium camemberti*, *P.candidum*, *P.citrinum*, *P.funiculosum*, *P.melnii*, *P.puberulum*, *P.restrictum*, *P.roqueforti*) ekstraselüler lipolitik enzim ürettikleri tespit edilmiştir. Küfle olgunlaşan peynir çeşitlerinde genellikle *P. roqueforti*'nin enzimleriyle katalizlenen lipoliz reaksiyonu, Cheddar ve Mozzarella gibi peynir çeşitlerinde daha yoğun olarak oluşmaktadır. *P. roqueforti* ve *P. camemberti*'nin Roquefort ve Camembert peynirlerine olan etkisi çok iyi bilinmektedir. Mavi peynir üretiminde ise *P. oxalicum* kullanılmıştır. *Geothricum candidum* Camembert peynirinin tipik aromasına neden olurken, *P. Caseicolum* ise Camembert peynirinin olgunlaşmasında etkili olmaktadır. Yüzeysel olgunlaşan peynirlere örnek olarak Brick, Limburger, Port du Salut, Tilsiter ve Muenster peynirleri sayılabilmektedir. Bu peynirlerin aromaları üzerinde, yüzeyde çoğalan ve birbirleri ile ilgili olan *B. lines* ve mayaların önemli derecede etkisi bulunmaktadır [20-22].

2. Çeşitli Peynirlerin Mikroflorasında Bulunan Mikroorganizmalar

Ülkemizde endüstriyel olarak üretilen peynirlerin yanı sıra yöresel olarak küçük ölçekli işletmelerce ya da evlerde üretilen, semt pazarlarında veya hane içinde tüketilen ve unutulmaya yüz tutmuş çok sayıda peynir çeşitleri mevcuttur. Geleneksel peynirlerin genellikle çiğ süttten üretildiği ya da mayalanma sıcaklığının biraz üzerindeki sıcaklık değerlerine kadar ısıtılıp, hemen soğutularak mayalandığı bilinmektedir. Bu sebeple süütün doğal florasında yer alan veya süte bulaşan mikroorganizmaların peynire geçtiği ve fermantasyon sırasında da geliştiği görülmektedir [23]. Endüstriyel olarak üretilen peynirlerde standart kalitede üretimi ve ürün güvenliğini sağlayabilmek amacı ile starter kültür kullanımı mevcuttur. Bu sebeple üretici firmanın hedeflediği teknolojik özelliklere olumlu yanıt verebilen ve arzu edilen lezzet profilini sağlayan kültürler üretime dahil edilmektedir. Ancak spontan fermantasyonla elde edilen yöresel peynirlerin mikrofloraları üreticinin alışageldiği reçeteye, kullanılan hammaddeye, iklim koşullarına, üretim yapılan alanın mikrobiyal profiline göre anlık değişimler gösterebilmektedir. Bu sebeple geleneksel yöntemlerle üretilen peynirler üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak bu çalışmalarda geleneksel peynirlerin mikrofloraları tespit edilmeye çalışılmış ve bu yolla standart bir ürün için gerekli starter kültür niteliği taşıyabilecek suşların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bazı çalışmalar yalnız mikrobiyal florayı tanımlamaya yönelik iken, bazı çalışmalarda elde edilen suşlardan farklı kombinasyonlar oluşturulmuş ve bu kombinasyonlar kullanılarak deneme üretimleri de yapılmıştır [35-36]. Bu tip araştırmalardan elde edilecek sonuçların endüstriyel boyutta üretime yol göstererek katkı sağlayacağı ifade edilmiştir. Geleneksel olarak üretilen bazı peynirlerden izole edilen mikroorganizmalar Tablo.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de bulunan bazı yöresel peynirlerde tanımlanan mikroorganizma türleri

Peynirin adı	Menşei/Bölge	İzole edilen mikroorganizmalar	Kaynak
Armola peyniri	İzmir Seferihisar	<i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.durans</i> , <i>E.hirae</i> , <i>E.ratti</i>), <i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.casei</i> subsp. <i>casei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> , <i>L.zeeae</i>), <i>Streptococcus</i> türleri (<i>S.equines</i> , <i>S.luteciae</i> , <i>S.lutetiensis</i>)	[24]
Kopanisti peyniri	Çeşme	<i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.brevis</i> , <i>L.buchneri</i> , <i>L.casei</i> , <i>L.collinoides</i> , <i>L.johnsonii</i> , <i>L.mali</i> , <i>L.minor</i> , <i>L.oris</i> , <i>L.parabuchneri</i> , <i>L.reuteri</i> , <i>L.sanfrancisco</i> , <i>L.sharpeae</i> , <i>L.suebicus</i> , <i>L.vaginalis</i> , <i>L.viridescens</i>), <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ; <i>Debaryomyces hansenii</i> ve <i>Kluyveromyces lactis</i> ; <i>Aspergillus</i> ve <i>Geotrichum</i> cinsine ait küf türleri	[25]
Kopanisti Peyniri	Yunanistan	<i>Lactobacillus</i> cinsine ait türler (<i>L.plantum</i> , <i>L.casei</i> subsp. <i>casei</i> , <i>L.casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> , <i>L.curvatus</i> , <i>L.xylosus</i> , <i>L.brevis</i> , <i>L.buchneri</i> , <i>L.viridescens</i> , <i>L.cellobiosus</i>) <i>Streptococcus</i> cinsine ait türler (<i>S.faecalis</i> , <i>S.faecium</i> , <i>S.faecium</i> subsp. <i>casseliflavus</i> , <i>S.durans</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> ; <i>Pichia membranefasciens</i> , <i>P.homerii</i> , <i>P.fermentans</i> , <i>Candida kefir</i> , <i>Saccharomyces</i> türleri, <i>Kluyveromyces</i> türleri, <i>Rhodotorula rubra</i> , <i>Hansenula</i> türleri, <i>Torulopsis</i> türleri, <i>Penicillium commune</i>	[26]
Sepet loru	Ayvalık, Çeşme ve Urla	<i>Lactococcus</i> cinsine ait türler (<i>L.lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L.casei</i> , <i>L.rhamnosus</i> , <i>L.plantarum</i>), <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Leuconostoc</i> türleri, <i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.durans</i> , <i>E.faecium</i>)	[27]
Mengen peyniri	Bolu	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.faecalis</i> , <i>E.faecium</i> , <i>E.durans</i>)	[28]
Erzincan tulum peyniri	Erzincan ve köyleri	<i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.brevis</i> , <i>L.crustorum</i> , <i>L.plantarum</i> , <i>L.paracasei</i>), <i>Weissella paramesenteroides</i> , <i>Lactococcus garvieae</i>	[29]
Kargı tulum peyniri	Çorum -Kargı	<i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.plantarum</i> , <i>L.brevis</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>L.pentosus</i> , <i>L.fermentum</i> , <i>L.curvatus</i> subsp. <i>curvatus</i> , <i>L.rhamnosus</i>), <i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.durans</i> , <i>E.faecium</i> , <i>E.gallinarum</i>), <i>Granulicatella adiacens</i>	[30]
Mavi küflü tulum peyniri	Erzurum	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Penicillium roqueforti</i>	[31]
Şavak tulum peyniri	Elazığ	<i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.casei</i> subsp. <i>casei</i> , <i>L.plantarum</i>), <i>Lactococcus</i> türleri (<i>L.lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>L.lactis</i> subsp. <i>lactis</i>), <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	[32]
Küflü peynir	Konya	<i>Aspergillus</i> türleri, <i>Penicillium</i> türleri	[33]
Feta ve Teleme peynirleri	Yunanistan	*Feta peynirinden izole edilmiş olanlar: <i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.casei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> , <i>L.plantarum</i> , <i>L.curvatus</i> , <i>L.confusus</i> , <i>L.brevis</i> , <i>L.buchneri</i> , <i>L.hilgardii</i>), <i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.faecalis</i> , <i>E.durans</i>), <i>Pediococcus</i> türleri (<i>P.pentosaceus</i> , <i>P.pentosaceus</i> subsp. <i>intermedius</i> , <i>P.acidilactici</i>) *Teleme peynirinden izole edilmiş olanlar: <i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.casei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> , <i>L.coryneformis</i> , <i>L.plantarum</i> , <i>L.xylosus</i> , <i>L.brevis</i>) <i>Leuconostoc</i> türleri (<i>L.mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> , <i>L.mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i> , <i>L.lactis</i> , <i>L.paramesenteroides</i>), <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ve <i>Enterococcus faecium</i>	[34]

Tablo 1. Türkiye’de bulunan bazı yöresel peynirlerde tanımlanan mikroorganizma türleri (devam ediyor)

Peynirin adı	Menşei/Bölge	İzole edilen mikroorganizmalar	Kaynak
Manura peyniri	Sifnos Adası, Yunanistan	<i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>L.paraplantarum</i> , <i>L.coryniformis</i> , <i>L.curvatus</i> , <i>L.pentosus</i> , <i>L.bifermantans</i> , <i>L.brevis</i> , <i>L.hilgardii</i>); <i>Weissella</i> türleri (<i>W.confusa</i> , <i>W.paramesenteroides</i> , <i>W.virescens</i>); <i>Pediococcus</i> türleri (<i>P.pentosaceus</i> , <i>P.dextrinicus</i>); <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	[35]
Orinotyri peyniri	Yunanistan	<i>Lactococcus</i> türleri (<i>L.lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L.garvieae</i> , <i>L.raffinolactis</i>); <i>Lactobacillus</i> türleri (<i>L.paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>L.paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> , <i>L.curvatus</i> , <i>L.coryniformis</i> subsp. <i>coryniformis</i> , <i>L.coryniformis</i> subsp. <i>torquens</i> , <i>L.plantarum</i> , <i>L.paraplantarum</i> , <i>L.homohiochii</i>); <i>Enterococcus</i> türleri (<i>E.faecalis</i> , <i>E.faecalis</i> subsp. <i>liquefacines</i> , <i>E.faecium</i> , <i>E.hirae</i> , <i>E.saccharolyticus</i> , <i>E.malodoratus</i>), <i>Weissella paramesenteroides</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> ,	[36]

Armola peynirinin incelendiği bir çalışmada, İzmir Seferihisar’da bulunan mandıralardan 40 adet peynir örneği toplamış ve bu peynirlerin kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal karakteristikleri araştırılmıştır. Örneklerde küfe rastlanmamıştır. Genotipik tanımlama sonuçlarına göre baskın bakteriler; *Enterococcus* türleri, *Streptococcus* türleri ve *Lactobacillus* türleri olarak belirlemiştir [24].

Kopanisti peynirindeki küf ve mayaların fermantasyon sırasındaki değişimlerinin takibi ve izole edilen mikroorganizmaların tanımlanması amacıyla yürütülen çalışmada, fenotipik özellikleri temel alınarak yapılan tanımlama sonrasında ise izole edilen laktik asit bakterilerinin, *Lactobacillus* türlerine ait oldukları; maya izolatlarının *Kluyveromyces lactis* ve *Debaryomyces hansenii* türlerine; küf izolatlarının ise *Aspergillus* ve *Geotrichum* cinsine ait oldukları saptanmıştır [25].

Kopanisti peynirinin mikrobiyolojisi üzerine yapılmış bir başka çalışmada ise beş farklı kaynaktan elde edilen toplam 50 örnekte toplam canlı sayısı ortalama 2.4×10^6 kob/g, laktik asit bakterileri sayısı ortalama 3.8×10^6 kob/g, maya sayısı ortalama 3.0×10^4 kob/g ve küf sayısı ortalama 3.7×10^4 kob/g olarak bulunmuştur. Bu örneklerden elde edilen bakteri izolatlarının tanımlanması sonucunda izolatların *Lactobacillus* türlerine, *Streptococcus* türlerine, *Pediococcus* türlerine ve *Micrococcus* türlerine ait olduğu bildirilmiştir. Elde edilen maya izolatlarının *Pichia*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Rhodotorula*, *Pichia*, *Hansenula* ve *Torulopsis* cinslerine ait türler olduğu; küflere ait izolatların *Penicillium commune* olarak tanımlandığı bildirilmiştir [26].

Sepet peynirinden elde edilen izolatlar, fenotipik tanımlamalara göre *L. lactis* subsp. *lactis*, *L.casei*, *L.plantarum*, çeşitli heterofermantatif *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc* türleri ve *Enterococcus* türleri olarak belirlemiş ve peynir üretiminin başlangıcında baskın olan laktik asit bakteri türleri ile olgunlaşma sonunda baskın olan türler arasında farklılıklar olduğu bildirilmiştir [27].

Mengen peyniri üzerine yapılan bir çalışmada toplam 50 adet peynir örneğinden 117 adet laktik asit bakteri izolatı elde edilmiş ve elde edilen bu bakteri izolatları arasında en baskın türlerin *Lactococcus* ve *Enterococcus* cinslerine ait farklı türler olduğu bildirilmiştir [28].

Erzincan ili merkezi ve köylerinden toplanmış olan tulum peynirlerden laktik asit bakterileri izole edilerek tanımlanmıştır. Tulum peyniri örneklerinden izole edilen kültürler *L. plantarum*, *L. paracasei*, *L. brevis*, *W. paramesenteroides*, *L. garvieae* ve *L. crustorum* olarak tanımlanmıştır [29].

Kargı tulum peynirinden izole edilmiş olan laktik asit bakteri izolatlarının ise genellikle *Lactobacillus* cinsine ait çeşitli türler olduğu, ilaveten *Enterococcus* cinsine ve *Granulicatella* cinsine ait bazı türlerin de tanımlandığı bildirilmiştir [30].

Çiğ koyun sütünün fermantasyonu sonucu elde edilen geleneksel ürünün mikrobiyal florasındaki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada fermantasyon süresi boyunca laktik asit bakterilerinin sayısının giderek arttığını, koliform grubu bakterilerin sayısının ise giderek azaldığı gözlemlenmiştir. İzole edilen laktik asit bakterilerinin *L. casei* subsp. *tolerans*, *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. mesenteroides* türlerine ait olduğu bildirilmiştir [37].

Ankara ili merkezinde satışa sunulan Civil peynirlerinden 30 adet örnek toplanmış ve yapılan analiz sonuçlarına göre, örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonucunun 1.06×10^8 kob/g olduğu, maya ve küf sayım sonucunun 3.9×10^7 kob/g, koliform bakteri sayımının 1.05×10^3 EMS/g ve *E.coli* sayım sonucunun ise 3.7×10^2 EMS/g olduğu tespit edilmiştir. Analize alınan peynir örneklerinde *S.aureus* sayısının tespit edilebilir düzeyin altında olduğu (<100/g) bildirilmiştir [38].

3. Olgunlaşma Basamağında Meydana Gelen Olaylar

Biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda ara basamaklarda oluşan küçük moleküllü bileşenler peynirde lezzet ve aromanın oluşmasını sağlamaktadırlar. Peynirde lezzet ve aroma bileşenleri birincil reaksiyonlar ve ikinci reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarında rennet enzimi, sütte doğal olarak bulunan enzimler ve primer/sekonder starter kültür enzimleri etkin rol oynamaktadır [39]. İkincil reaksiyonlarda oluşan uçucu yağlar peynirlerin kendine özgü aromasının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca ikincil reaksiyonlar sonucu amino asitlerin deaminasyonu, dekarboksilasyonu ve yağ asitlerinin oksidasyonu lezzet bileşenlerini meydana getirmektedir [40]. Lezzet oluşumunu sağlayan metabolik yollarda kullanılan enzimlerin kaynağı ise starter kültürlerdir. *L. lactis*, *L. mesenteroides*, *S. thermophilus* ve çeşitli *Lactobacillus* türleri gibi laktik asit bakterileri yaygın kullanılan starter kültürlerdir. Peynir üretiminde başlangıç safhasında devreye giren primer starter kültürlerin yanı sıra yüzey olgunlaştırılmış bazı farklı tipte (İsveç, Maasdammer vb) peynirlerin ikincil aşamasında çeşitli bakterilerin ve ilaveten maya ve küflerin (*Propionibacterium*, *Brevibacterium*, *Penicillium*, *Debaromyces*) de kullanıldığı belirtilmiştir [41].

Peynirdeki tat ve aromanın oluşmasındaki en önemli basamak olgunlaştırma basamağıdır. Peynirin olgunlaşması, farklı peynir çeşitlerinin lezzet oluşumunu sağlayan, peynire özgü mikrofloranın geliştiği, laktozun ve sitratın metabolize olduğu, proteoliz ve lipolizin meydana geldiği birincil reaksiyonlar ve bu reaksiyonlar sonucu oluşan ara ürünlerin parçalanmasıyla meydana gelen, peynirlerin kendine has aromasının olduğu ikincil reaksiyonların gerçekleştiği karmaşık bir süreçtir [42]. Peynirin olgunlaşmasında sütte bulunan ya da sonradan eklenen laktik asit bakterilerinin en önemli görevi sütte bulunan laktozun laktik aside dönüşümünü sağlamaktır. Oluşan laktik asit sütün peynir mayasıyla pıhtılaşmasını, peynir altı suyunun pıhtıdan ayrılmasını, doku ve lezzetin gelişmesini ve ürünün patojen mikroorganizmalardan korunmasını sağlamaktadır. Peynir yapımında laktik asit bakterilerinin ürettikleri asit, peynir yapımını her yönden etkilemekte aynı zamanda da peynirin bileşimi ve kalitesi üzerine etki etmektedir [43]. Olgunlaşma sırasında

meydana gelen glikoliz aşamasında, laktik asit bakterileri laktozu glukoz ve galaktoza parçalamaktadırlar. İkinci aşamada ise glukoz ve galaktoz laktik aside dönüştürülmektedir. Homofermantasyon yapan mikroorganizmalar yalnız laktik asit oluştururken, heterofermantatif mikroorganizmalar laktik asit yanında CO₂, etanol ve asetat gibi metabolizma ürünleri de sentezlemektedirler[44]. Laktik fermentasyonu özellikle termofil ve mezofil *Streptococcus* türleri tarafından oluşturulmaktadır. Bunlar içinde en önemli türler; *S. salivarius* ssp. *thermophilus*, *L.lactis* ssp. *lactis*, *L. lactis* ssp. *cremoris*, ve *E. faecalis*'tir [45]. Bu grup mikroorganizmalar genellikle homofermantatifler ve laktozdan gaz oluşturmadan laktik asit meydana getirmektedirler. Heterofermantatif laktik asit bakterilerinden en önemlisi *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, olup bazı *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* türleri de oldukça önemlidir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin bazı türleri lipaz enzimiyle yağları serbest yağ asitleri ve gliserole kadar parçalamaktadırlar. Bu durum süt ve bazı süt ürünlerinde istenmezken, diğer bileşenlerle birlikte karakteristik peynir aroması oluşumuna katkı sağladıklarından dolayı bazı peynir çeşitlerinde aroma üzerine olumlu etki ederek arzu edilen lezzet profilinin sağlanması için gereklidir. Laktik asit bakterilerinin önemli özelliklerinden birisi de laktoz, protein ve yağlardan peynirlere özgü aroma maddeleri sentezlemeleridir [42].

Peynirdeki trigliseridler lipaz enziminin etkisiyle gliserol ve yağ asitlerine parçalanmakta, oluşan yağ asitleri de peynir lezzetini olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir. Peynirin mikroflorasındaki laktik asit bakterileri ve propiyonik asit bakterileri, starter olmayan laktik asit bakterileri, yüzey mikroflorasına ait mikroorganizmalar, mayalar ve küfler lipaz ve esteraz enzim sistemleri yolu ile lipoliz reaksiyonunu gerçekleştirmektedir [46]. Laktik asit bakterileri *Acinetobacter*, *Flavobacterium* ve *Pseudomonas* türleri ve propiyonik asit bakterileri gibi mikroorganizmalarla karşılaştırıldığında laktik asit bakteri türlerinin genel olarak daha zayıf bir lipolitik karakteristiğe sahip olduğu görülmektedir. Ancak, laktik asit bakterilerince üretilen enzimlerin Cheddar peynirinin olgunlaşma basamağında meydana gelen lipoliz reaksiyonunun temel sebebi olduğu belirtilmiştir [47]. *L. lactis*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. helveticus*, *L. rhamnosus* ve *S. thermophilus*'un da dahil olduğu birkaç laktik asit bakterisiyle yapılan bir çalışmada esteraz enzimlerinin izole edilmiş olduğu bildirilmiştir. *L. helveticus* ve *L. casei*'den ise arilesteraz enzimi izole edilmiştir [48]. Olgunlaşma sırasında proteinler rennet ve bakteriyel proteinazlarla polipeptitlere, polipeptitler de bakteriyel enzimlerle serbest aminoasitlere ve amonyak, karbondioksit, su ve hidrojen sülfür gibi çeşitli unsurlara parçalanmaktadırlar. Amino asitlerin parçalanması sonucu meydana gelen bu ürünler aroma ve lezzetin oluşmasına katkıda bulunmaktadırlar [49]. Peynirde biyokimyasal bir olay olan proteoliz iki safhada gerçekleşir. İlk aşamada gerçekleşen proteoliz esnasında pıhtılaşmada rol oynayan enzimlerin ve pıhtılaşmada daha az etkili olan ama kazeini hidrolize eden plazmin, katapsin-D ve diğer somatik proteinazların etkisi ile büyük ve orta büyüklükte peptid zincirleri meydana gelmektedir. Proteolizin ikinci aşamasında ise, ilk etapta oluşan peptidler, pıhtılaştırıcı enzimler, starter kültür ve starter kültür olmayan maya/küflerce üretilen proteaz enzimlerinin etkisiyle parçalanırlar. Oluşan küçük molekül ağırlığına sahip peptidler ise bakteriyel peptidazlarla amino asitlere dönüşür [49]. *Lactococcus* türlerinin hücre zarına bağlı olan proteinaz enzimleri, kazeinden üretilen büyük peptidlerin hidroliz reaksiyonlarına katılmaktadırlar. Hücrelerden açığa çıkan hücre içi peptidazlar ise küçük peptidlerin parçalanmasını ve bunun sonucunda da serbest amino asitlerin oluşumunu sağlamaktadırlar [50]. Yapılan çalışmalarda çeşitli laktik asit bakterilerinde (*L. lactis* ssp. *cremoris*, *L. lactis* ssp. *lactis*, *L.lactis* ssp., *L. bv.diacelactis*, *S. thermophilus* ve *L. casei*) peptidazların varlığı belirlenmiştir [50]. Mikroorganizmalar serbest amino asitleri amonyak ve kükürtlü bileşiklere dönüştürerek peynirde istenmeyen bazı tatların ortaya çıkmasına sebep olurlar [51]. Sütte ve peynirde aktif olarak proteolize neden olan sporsuz bakteriler arasında bazı *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Flavobacterium* ve *Serratia* türleri ile sporlu bakterilerden *Bacillus* ve *Clostridium* türleri

sayılabilmektedir. Bu türler proteolitik aktiviteleri sayesinde acı lezzet oluşumuna neden olabilmektedirler [52].

4. Sonuç

İnsanların beslenmesinde önemli yere sahip olan peynir, sütün çeşitli işlemler görmesinden sonra uygun pıhtılaştırıcı maddelerle pıhtılaştırılıp şekil verilmesiyle elde edilen değerli bir besin kaynağıdır. Peynir oluşumunda tat ve aromanın esas olarak oluştuğu basamak olgunlaşma basamağıdır. Olgunlaşma basamağında meydana gelen olaylarda birincil flora ve ikincil flora peynirde tat ve aromanın oluşmasında etkili olan mikroorganizma gruplarının içermektedir. Bu gruplar içerisinde starter kültür olarak laktik asit bakterileri, mayalar ve küfler bulunmaktadır. Mayalar özellikle laktatın parçalanmasında görev alarak Pikante ve Limburger peynirlerinin kendine has tat ve aromanın oluşmasından sorumludur. Küfler ise Camambert, sert İtalyan peynirleri ve mavi peynirde kendine has tat, renk ve lezzet oluşumundan sorumludur. Peynirde olgunlaşma basamağında biyokimyasal reaksiyonlardaki en önemli bakteri grubu ise laktik asit bakterileridir. Laktik asit bakterileri GRAS olarak kabul edildiklerinden dolayı da endüstriyel yönden önemli mikroorganizmalar olup, endüstriyel gıda fermantasyonlarında çeşitli alanlarda kullanılmaktadırlar. Özellikle gelişme ortamındaki karbonu metabolize etmeleri, ara ürün olarak laktik asit üretmeleri, peynirin olgunlaşma basamağında oluşan kimyasal olaylarda önemli rol oynamaları bu mikroorganizmaların gıda alanında kullanımını arttırmıştır. Ayrıca laktik asit bakterileri asit oluşturmalarına ek olarak gıdalarda starter kültür olarak kullanıldıklarında, tekstürel yapı, besleyici değer, gıda güvenliği gibi bazı ürün özelliklerine de katkıda bulunmaktadırlar. Son zamanlarda peynir üzerinde yapılan çalışmalarda ise laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılmasının yanında maya ve küflerin de destekleyici starter kültür olarak kullanılması araştırılmaya başlanmıştır. Sonuç olarak peynirde oluşan kimyasal reaksiyonların çok karmaşık bir süreç olduğu ve bu aşamada çeşitli mikroorganizma gruplarının meydana getirdiği ara ürünlerle peynirde tat ve aroma geliştiği görülmektedir. Bu konuda yapılacak olan çalışmalarda farklı peynirlerde etkin rol oynayan grupların tanımlanması, bu mikroorganizma grupların enzimatik faaliyetlerinin belirlenmesi ve bu faaliyetlerin peynir üretiminde yarattığı avantaj ve dezavantajlarla birlikte değerlendirilmesi ile kültür seleksiyonu sağlanarak endüstriyel boyutta kullanım imkanı oluşturabileceği düşünülmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Çelik, M., (2002). Batı Akdeniz bölgesinde süt ve süt ürünleri sektörünün stratejik durum analizi ve gelişme olanakları. Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(4),
- [2] Açıkgöz, İ. ve Şimşek, B., (2011). Üniversite Öğrencilerinin Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(3), 57-62.
- [3] Demirci, M., Şimşek, O. ve Arıcı, M., (1991). Tekirdağ piyasasında satılan lorların bileşimi ve bazı mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Gıda Dergisi, 16(5), 397-404.
- [4] Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., Wehrmuller, K., (2012). Cheese in nutrition and health. DairySci. Technol. 88(389-405), Available online at: c INRA, EDP Sciences, 2008 www.dairy-journal.org DOI: 10. 1051/dst:2008012
- [5] Yetişmeyen, A., (1995). Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1420, 229 s, Ankara.
- [6] Üçüncü, M., (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi, Meta Basım, II. cilt, 692s, İzmir.
- [7] Koçak, C., (1988). Peynir Tekstür Oluşumu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi AnaBilim Dalı, 13(1), 13-16.

- [8] Ertürk, E. ve Tan, S., (2002). Süt ve süt mamulleri, durum ve tahmin, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No:79, Sh:79, Ankara.
- [9] Morandi, S., Brasca, M., Andrighetto C., Lombardi, A., Lodi R. (2006). Technological and Molecular Characterization of Enterococci Isolated from North-West Italian Dairy Products. *International Dairy Journal*, 16, 867-875.
- [10] Fortina, M. G., Ricci, G., Foschino, R., Picozzi, C., Dolci, P., Zeppa, G., Cocolin, L. And Manachini, P. L. (2007). Phenotypic Typing, Technological Properties and Safety Aspects of *Lactococcus garvieae* Strains from Dairy Environments. *Journal of Applied Microbiology*, 103(2), 445- 453.
- [11] Liong, M. ve Shah, N., (2006), Effects of a *Lactobacillus casei* synbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora, and organic acids in rats, *Journal of Dairy Science*, 89 (5), 1390-1399
- [12] Corr, S. C., Gahan, C. G. ve Hill, C., (2007), Impact of selected *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species on *Listeria monocytogenes* infection and the mucosal immuneresponse, *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 50 (3), 380-388.
- [13] Orla-Jensen, S. (1942). *The lactic acid bacteria* Vol. 2(3), Ejnar Munksgaard.
- [14] Salminen S., Wright von A., (1993). *Lactic Acid Bacteria*, 270 Madison Avenue, New York 1001, USA.
- [15] Milo C, Reineccius GA. (1997). Identification and quantification of potent odorants in regular-fat and low-fat mild Cheddar cheese. *J Agric Food Chem*, 45, 3590-3594.
- [16] Massouras T, Papa EC, Mallatou H. 2006. Head space analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk. *Int J Dairy Tech*, 59, 250-256.
- [17]. Wit MD, Osthoff G, Viljoen BC, Hugo A. (2005). A comparative study of lipolysis and proteolysis in Cheddar cheese and yeast inoculated Cheddar cheeses during ripening. *Enzyme Microb Tech*, 37, 606-616.
- [18] Jakobsen M, Narvhus J. (1996). Yeasts and their possible beneficial and negative effects on the quality of dairy products. *Int Dairy Journal* 6(5), 755-768.
- [19] Viljoen BC, Knox AM, Jager PH, Laurens-Hattingh A. (2003). Development of yeast populations during processing and ripening of blue veined cheese. *Food Technol Biotechnol*, 41(4), 291-297.
- [20] Zong MH, Li N., (2010). Lipases from the genus *Penicillium*: production, purification, characterization and applications. *J Mol Catal B: Enzymatic*, 66(5), 43-54.
- [21] Akyüz, N., & Yamankaradeniz, R. Bazı yabancı peynirlerin aroma oluşumunda etkili olan mikroorganizmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2-3).
- [22] Cantor, M.D., Van Den Tempel T., Hansen, T.K., Ardö Y., (2004). *Blue Cheese in* : Fox, P.F., Cogan, T.M., eds. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 3rd ed. London. Chapman & Hall, 2, (175-198).
- [23] Sert, S. ve Özdemir, S., (1989). Erzurum'da kış aylarında tüketime sunulan taze beyaz ve kahvaltılık tereyağları üzerine mikrobiyolojik çalışmalar, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 13(36), 1142 – 1153.
- [24] Orşahin, H. (2012). *Quality characteristics and shelf-life of Armola cheese (Master's Thesis)*, İzmir Institute of Technology, İzmir.
- [25] Karabıyıklı, Ş. (2006). *Kopanisti peyniri mikroflorasının tespiti ve fermantasyonunda rol oynayan mikroorganizmaların tanımlanması. (Yüksek Lisans Tezi)*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.
- [26] Tzanetakis, N., Litopoulou – Tzanetaki, E., Manolkidis, K. (1987). Microbiology of Kopanisti, a traditional Greek cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 4, 251 – 256.
- [27] Ercan, D. (2009). *Quality Characteristic of Traditional Sepet Cheese (Phd. Thesis)*, The Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir.

- [28] Akođlu, A., Yaman, H., Cořkun, H., Sarı, K. (2016). Mengen peynirinden laktik asit bakterilerinin izolasyonu, moleküler tanımlanması ve bazı starter kültür özelliklerinin belirlenmesi. 21(2), 453-459.
- [29] İspirli, H. (2016). Erzincan tulum peynirinden laktik asit bakterilerinin (LAB) izolasyonu, moleküler metotlarla tanımlanması ve ekzopolisakkarit (EPS) üretim potansiyellerinin genetik olarak belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Bayburt Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- [30] Elçiođlu, Ö. (2010). Kargı tulum peynirinden izole edilen laktik asit bakterilerinin starter ve probiyotik kültür özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.
- [31] Erdogan, A., Gurses, M., Sert, S. (2002). Isolation of moulds capable of producing mycotoxins from blue-mouldy Tulum cheeses produced in Turkey, International Journal of Food Microbiology, 85:83 – 85.
- [32] Öksüztepe, G., Patır, B., Çalıcıoğlu M. (2004). Identification and distribution of lactic acid bacteria during the ripening of Şavak Tulum cheese, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29, 873 – 879.
- [33] Özkalp, B. ve Durak Y. (1995). Konya ve civarı küflü peynirlerinde küf florasının araştırılması, Turkish Journal of Biology, 22, 341 – 346.
- [34] Tzanetakis, N. and Litopoulou – Tzanetaki, E. (1992). Changes in numbers and kinds of lactic acid bacteria in Feta and Teleme, two Greek cheeses from ewes' milk, Journal of Dairy Science, 75, 1389 – 1393.
- [35] Gerasi, E., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N.(2003). Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in the Greek island Sifnos. International Journal of Dairy Technology 56.2: 117-122.
- [36] Prodromou, K.,Thasitou P., Haritonidou, E., Tzanetakis, N. andLitopoulou – Tzanetaki, E. (2001). Microbiology of Orinotyri, a ewe'smilkcheesefromtheGreekmountains, International Journal of Food Microbiology, 18:319 – 328.
- [37] Samolada, M., Litopoulou – Tzanetaki, E., Xanthopoulos, V., Tzanetakis, N. (1998). Changes in microbial flora during manufacture of a traditional fermented milk from ewe's milk, International Journal of Food Microbiology, 15:4350.
- [38]Yetişmeyen, A. ve Polat, G. (2000). Ankara piyasasında satılan civil peynirlerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal niteliklerinin saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [39] McSweeney, P.L.H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. Int. J. Dairy Technol., 57(2/3),123-144.
- [40] Fox, P.F. and Wallace, J.M. (1997). Formation of flavour compounds. Adv. Appl. Microbiol., 45,17–85.
- [41] Smit, G.B.A. and Engels, W.J.M. (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. FEMS Microbiol. Rev., 29:591–610.
- [42] Kubicková, J. and Grosch, W. (1998). Evaluation of flavour compounds of Camembert cheese. International Dairy Journal, 8(1), 11-16
- [43] Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeny, P.L.H. (2000). Fundamentals of cheese science, Aspen Publisher Inc.,Gaithersburg, M. D.
- [44] Kılıç, S. (2001). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 542. 37-55. ISBN 975-483-488-1. Bornova-İzmir
- [45] İnal, (1990). Süt ve Süt Ürünleri Hijyen Teknolojisi. Final Ofset A.Ş, 1100s, İstanbul.
- [46] McSweeney, P.L. and Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. Le Lait, 80(3), 293-324
- [47] Tekinşen, O.C. (2000). Süt Ürünleri Teknolojisi, III. Baskı. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 329 s., Konya

[48] Slattery, L., O'Callaghan, J., Fitzgerald, G.F., Beresford, T. and Ross, R.P. (2010). Invited review: *Lactobacillus helveticus* a thermophilic dairy starter related to gut bacteria. Journal of dairy Science, 93(10), 4435-4454.

[49] Akın, N. (2002). Peynirin olgunlaşmasında starter olmayan laktik asit bakterilerinden kaynaklanan proteoliz, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Teknolojisi Derneği Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara .

[50] McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F. (1997). Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening, Le Lait, 77(3), 41-76.

[51] Akın, N. (2006). Peynirin olgunlaşması esnasında lezzet bileşiklerinin üretimi için metabolik yollar: II-Lipoliz ve Proteoliz. Akademik Gıda, 4(19), 19-25.

[52] Gönç, S. (1974). Divle tulum peynirinin teknolojisi ve bileşimi üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(3), 515-533.