



PEYNİR ÜRETİMİNDE KULLANILAN STARTER KÜLTÜRLER*

Şehriban Oğuz**, Seval Andiç

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

Geliş / Received: 22.07.2019; Kabul / Accepted: 25.09.2019; Online baskı / Published online: 21.11.2019

Oğuz, Ş., Andiç, S. (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *GIDA* (2019) 44 (6): 1174-1196
doi: 10.15237/gida.GD19121

Oğuz, Ş., Andiç, S. (2019). Starter cultures used for the manufacture of cheese. *GIDA* (2019) 44 (6): 1174-1196 doi:
10.15237/gida.GD19121

ÖZ

Ülkemizde ve dünyada üretilen sütün önemli bir kısmı dayanıklı mamullere işlenmekte ve bu ürünler içerisinde peynir, önemli bir yer tutmaktadır. Peynir, günümüzde çiğ ve/veya pastörize sütün yapılmaktadır. Çiğ sütün üretilen peynirlerin tüketilmesi sonucunda çeşitli enfeksiyon ve intoksikasyon riskleri bulunmaktadır. Bu nedenle endüstriyel olarak üretilen peynirlerin çoğunda pastörize süt kullanılmaktadır. Pastörizasyon işlemi, süt içerisinde bulunan ve ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyecek olan zararlı ve patojen mikroorganizmalar gibi bozulma etmenlerini yok etmektedir. Bu işlem ile peynir üretimi sırasında spontan asitlenmeyi ve peynirin olgunlaşmasını sağlayan laktik asit bakterilerinin de büyük kısmı inaktive olmaktadır. Bu nedenle alışılga gelen ve arzu edilen tat ve aromada standart kalitede bir ürün elde edebilmek için peynir üretiminde starter kültür kullanılması teknolojik bir zorunluluktur. Bu derlemede, peynir üretiminde kullanılan starter kültürler ve özellikleri hakkında bilgiler sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Peynir starterleri, starter kültür, birincil starter kültürler, doğal starter kültürler

STARTER CULTURES USED FOR THE MANUFACTURE OF CHEESE

ABSTRACT

Both globally and nationally, a significant portion of milk obtained is processed into durable dairy products, of which cheeses are the majority. Today, cheese is made from raw and/or pasteurized milk. There are various risks of infection and intoxication caused by consumption of cheeses made of raw milk. For this reason, pasteurized milk is generally used in most of the cheeses industrially manufactured. Pasteurization process eliminates some of the deterioration factors such as spoilage and pathogenic microorganisms. Meanwhile, the most of lactic acid bacteria, which provide spontaneous acidification and maturation of cheese during cheese production, are also inactivated by this heat treatment. Therefore, it is a technological requirement to use starter cultures in cheese production in order to get a standard quality along with usual and desirable taste and aroma. In this review, general information about these starter cultures, used in cheese production, is presented.

Keywords: Cheese starters, starter culture, primary starter cultures, natural starter cultures.

* Bu çalışma Şehriban Oğuz'un doktora çalışmasının bir bölümüdür / This paper is a part of Ph. D study of Şehriban Oğuz

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ sehribanoguz@yyu.edu.tr

☎ (+90) 432 225 1727 / 28340

☎ (+90) 432 225 1730

GİRİŞ

Süt, içerisinde bulunan bileşenler nedeniyle insan beslenmesi açısından mükemmel bir gıda maddesidir (Metin, 2014). Çiğ sütün doğal mikroflorasında bulunan mikroorganizmalar ile sağım sırasında ve sonrasında kontaminasyonlar nedeniyle sütün içerisinde zengin bir mikrobiyota yer almaktadır. Sütün içerisinde bulunan yüksek besin içeriği bu mikrobiyotanın gelişimini desteklemektedir. Bu mikroorganizmaların sütün fermantasyonunu sağlamak (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Propionibacterium* ve bazı küfler ve mayalar), sütte bozulmalara neden olmak (*Pseudomonas*, sporlu bakteriler ve termodurik mikroorganizmalar), sağlığı destekleyici etki oluşturmak (*Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp.) veya hastalıklara neden olmak (*Listeria*, *Salmonella*, patojenik *Escherichia coli*, *Campylobacter* ve mikotoksin üreten küfler) gibi bir takım rolleri vardır (Quigley vd., 2013; Panthi vd., 2017; Klaubauf ve Segers, 2018).

Süt, mikroorganizmaların gelişmesi için ideal bir ortam olması nedeniyle mikrobiyel bozulmalara karşı oldukça hassas bir maddedir (Kongo, 2013; Rakhmanova vd., 2018). Ülkemizde ve dünyada üretilen sütün önemli bir kısmı dayanıklı mamullere işlenerek hem sütün bozulması önlenmekte hem de tat, aroma ve yapı bakımından yeni süt ürünleri elde edilmektedir. Bu ürünler içerisinde peynir önemli bir yer tutmaktadır (Fox ve McSweeney, 2017; Sancak vd., 2018)

Peynir, dünyanın her yerinde çok çeşitli aroma ve formlarda üretilen, süt bazlı fermente bir gıda grubuna verilen ortak bir isimdir (Puniya vd., 2016; Fox vd., 2017a). Ayrıca insanlığın ürettiği en eski fermente gıdalardan biri olarak da bilinmektedir (Irlinger vd., 2015). Türk Gıda Kodeksi'nde ise "Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz,

teknikğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünüdür" şekilde tanımlanmaktadır (Anonymous, 2015).

Peynir, en eski süt ürünlerinden biri olmakla birlikte dayanıklılığı yanında besin değeri ile toplumun gelişen damak zevki ve isteklerine yanıt verebilen önemli bir süt ürünüdür. Sütün pıhtılaştırılması ve peyniraltı suyunun ayrılmasından sonra pıhtının değişik şekillerde işlenmesiyle elde edilen peynir, taze veya çeşidine özgü tat, aroma ve tekstür kazanması için belirli bir süre olgunlaştırıldıktan sonra tüketime arz edilmektedir (Eroğlu ve Özcan, 2018). Uygurluğa geçişin ilk simgelerinden biri olarak görülen peynir, süt ürünleri içerisinde çeşitliliği en fazla olan üründür (Kamber, 2015). Peynir, eski zamanlarda sütün bozulmadan değerlendirilmesi için üretilen bir ürün iken günümüzde daha çok lezzeti ve besleyici özelliklerinden dolayı sevilerek tüketilen bir süt ürünü olmuştur (Sancak vd., 2018). Hem dünyada hem de ülkemizde gerek peynir üretimi gerekse de peynir tüketimi gün geçtikçe artmaktadır (Kara ve Akkaya, 2015).

Peynirin geçmişi yazılı tarih öncesine kadar dayanmakta ise de ilk kez nerede, ne zaman ve kim tarafından üretildiğine ilişkin kesin bilgiler bulunmamaktadır. Çok uzun yıllar önce Orta Asya'da göçebe Türk boylarının peynir ve benzeri süt ürünlerini ürettikleri bilinmektedir. Avrupa tarihinde ise Roma Dönemi öncesine dayanmakla birlikte Asyalı gezginlerin peynircilik sanatını Avrupa'ya getirdikleri düşünülmektedir. Yazılı tarih kaynaklarında peynir üretiminin İ.Ö. 8000 (koyun ve keçinin ilk evcilleştirildiği dönem) ile İ.Ö. 3000 arasında bir döneme dayandırıldığı görülmektedir. Her ne kadar Orta Asya ve Ortadoğu ülkelerinde peynirin bilinirliği çok eski dönemlere kadar dayansa da iklim ve coğrafi avantajlarından dolayı peynir üretiminin Avrupa ülkelerinde yayılımı daha hızlı olmuştur (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Anonymous, 2017a).

Dünya genelinde çok farklı çeşitlerde peynirler bulunur. Dünyadaki peynir çeşitlerinin sayısı hakkında kesin bir bilgi olmamakla birlikte bazı

kaynaklara göre 4000 civarında bazı kaynaklara göre ise 1800'ün üzerinde peynir çeşidi bulunmaktadır (Elmalı ve Uylaşer, 2012; Anonymous, 2018a). Aynı durum Türkiye'de de mevcut olup kimi kaynağa göre 50, kimi kaynağa göre 130 bazı kaynaklara göre ise 160 civarında peynir çeşidi ülkemizde üretilmektedir (Ebrahimi, 2013; Kırmacı vd., 2015; Sancak vd., 2018). Rakamlar arasındaki değişkenlik bazı peynirlerin üretim tekniklerinin farklı olmasına rağmen farklı bölgelerde aynı isimle, bazı peynirlerin ise üretim tekniklerinin aynı olmasına rağmen farklı bölgelerde farklı isimlerle anılmasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde üretimi ve tüketimi en fazla olan peynir çeşitleri Beyaz peynir, Kaşar peyniri ve Tulum peyniridir (Kamber, 2015; Kiraz, 2018). Son yıllarda geleneksel peynirlerin üretildiği şehirler dışından da talep görmesi nedeniyle Lor, Çeçil, Dil, Örgü, Otlu, Tel, Hellim ve Mihaliç gibi peynirlerin endüstriyel olarak üretimine başlanmış ve bu ürünlerin tanınırlığı artmıştır (Kamber, 2015; Soran, 2018).

Peynir üretiminde enzimatik ve asit pıhtılaştırma yöntemleri mevcuttur. Enzimatik pıhtılaştırma yönteminde başlıca süt, rennet (peynir mayası), starter kültür (birincil ve ikincil kültürler) ve tuz kullanılmaktadır (Gobbetti vd., 2015; Fox vd., 2017b). Peynir üretimi, bu dört bileşen arasındaki karmaşık bir etkileşimin/prosesin sonucu olarak meydana gelmektedir. Enzim kullanılarak gerçekleştirilen peynir üretimi pıhtı oluşumu, peyniraltı suyunun (PAS) uzaklaştırılması, asit üretimi ve tuz ilavesi gibi bir takım ortak adımlarla gerçekleştirilmekte ve bu işlemleri bir olgunlaşma periyodu izlemektedir. Bileşenlerin oranlarındaki değişimler ve sonrasında gerçekleşen işlemler peynir çeşitlerinin tat, aroma, yapı gibi bazı özelliklerinde farklılaşmalara neden olmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Karabıyık ve Erdoğan, 2018).

Çiğ sütlerin bakteriyolojik kalitesi önemli ölçüde farklılık gösterdiği için çiğ süttten üretilen peynirlerin tüketilmesi sonucunda çeşitli enfeksiyon ve intoksikasyon riskleri bulunmaktadır (Akan vd., 2016; Soran, 2018). Gıda güvenliği ve tüketici sağlığı açısından güvenli ürün elde etmek amacıyla, endüstriyel olarak

üretilen peynirlerin çoğunda pastörize süt kullanılmaktadır (Hoier vd., 2010; Yüce, 2017). Fakat peynire işlenecek sütün pastörize edilmesi sonucunda süt içerisinde bulunan ve ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyecek olan zararlı ve patojen mikroorganizmalar gibi bozulma etmenleriyle birlikte peynir üretimi sırasında spontan asitlenmeyi ve peynirin olgunlaşmasını sağlayan laktik asit bakterilerinde büyük bir kısmı inaktive edilmektedir (Metin, 2014; Soran ve Çelik, 2018). Bu durumda istenilen (standart) kalitede peynir üretimi güçleşmektedir. Ayrıca pastörizasyonla inaktive edilemeyen ısıl işleme dirençli mikroorganizma sporları ya da peynir üretimi aşamalarında bulaşabilen mikroorganizmalar, sütte kolaylıkla gelişerek ortama egemen olmakta ve peynirde çeşitli kusurlara yol açmaktadırlar (Metin, 2014; Fox vd., 2017b).

Peynire işlenecek süte uygulanan ısıl işlem sıcaklığı, pıhtı işleme teknikleri gibi işlem parametrelerindeki değişiklikler peynir türlerine ait özelliklerin şekillenmesinde önemli bir rol oynarken peynir mikroflorasındaki mikroorganizmalar ise peynir çeşitlerine özgü tat, aroma ve yapı gibi özelliklerinin gelişmesinde kritik ve önemli bir rol oynamaktadır (Yaygın ve Kılıç, 1993; Kılıç, 2014, Yerlikaya, 2014). Bu nedenle alışlagelen ve arzu edilen tat ve aroma da standart kalitede bir ürün elde edebilmek için pastörizasyon işlemi ile kaybedilen laktik asit bakterilerinin süte ilave edilmesi teknolojik bir zorunluluktur (Quigley vd., 2013; Bachmann vd., 2015; Picon, 2018). Laktik asit bakterileri peynir üretimi sırasında laktozu laktik aside metabolize etme kabiliyetleri, olgunlaşma sırasında peynir lezzetinin gelişmesine katkıda bulunmaları ve oluşturdukları metabolitleri ile istenmeyen mikroorganizmaların inhibasyonunu sağlamaları nedeniyle peynir üretimi için önemli bir mikroflorayı temsil etmektedir (Bottari vd., 2013; Sgarbi vd., 2014; Demirgül ve Sağdıç, 2017). Ayrıca bu bakterilerin bazıları probiyotik özellik de göstermektedir (Castro vd., 2016). Bu nedenlerle laktik asit bakterilerini içeren starter kullanımı, peynirlerin çoğunun üretiminde vazgeçilmez bir gerekliliktir (Johnson, 2013; Altieri vd., 2017).

Starter kültür ürüne özgül tat, aroma, yapının oluşmasını sağlamak ve gıdada bulunan zararlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlamak amacıyla kullanılan faydalı mikroorganizmalardır (Metin, 2014). Starter kültür ayrıca “Gıda ham maddelerinin fermentasyonu için kullanılan ve kontrollü koşullar altında ürünün biyokimyasal bileşiminde ve duyuşal özelliklerinde spesifik değişiklikler meydana getirerek standart kalitede ürün elde edilmesini sağlayan mikroorganizmalardır” şeklinde de tanımlanmaktadır (Halkman ve Taşkın, 2001; Speranza vd., 2017).

Starter kültürler elde edilmiş kaynaklarına, işlevlerine, bileşim temeline (içerdikleri mikroorganizma suşuna) veya optimum gelişme sıcaklıklarına göre sınıflandırılabilirler.

- Elde edilmiş kaynaklarına göre doğal (artizanal) ve ticari (endüstriyel) starter kültürler,
- İşlevlerine göre starter (birincil) ve starter olmayan (ikincil/sekonder) kültürler,
- İçerdikleri mikroorganizma kompozisyonuna göre tanımlanmış ve tanımlanmamış suşlu starter kültürler,
- Optimum gelişme sıcaklıklarına göre mezofilik ve termofilik starter kültürler olmak üzere çeşitli sınıflara ayrılırlar (Rodríguez vd., 2012; Sulieman, 2017).

Starter olarak kullanılacak mikroorganizmalar, peynir üretiminden önce dikkatle seçilir ve peynir yapımı öncesinde belirlenen plan dâhilinde süte eklenirler. Bu kültürlerin öncelikli görevi asit üretiminden sorumlu olmalarıdır. Ayrıca peynirlerin olgunlaşması sırasında da önemli görevleri bulunmaktadır (Tunail ve Köşker, 1989; Kılıç, 2010; Hayaloğlu ve Özer, 2011; Vandera vd., 2019). Peynir çeşidine bağlı olarak starter kültürlerin kullanım şekli değişmektedir. Starter kültürler, tek tek veya çeşitli karışımlar şeklinde (*Lactococcus lactis* (subsp. *lactis*, subsp. *cremoris*, subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*), *Leuconostoc* spp., *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb. fermentum*, *Lb. delbrueckii* (subsp. *lactis* ve subsp. *bulgaricus*) ve bazı bilim adamlarına göre *Enterococcus* spp.) kullanılabilirler. Bu kültürler geleneksel yöntemler ile süt işletmelerinde üretilebileceği gibi ticari starter kültür olarak da

tedarikçilerinden temin edilebilmektedirler (Hoier vd., 2010; Gürsoy ve Türkmen, 2018).

ELDE EDİLİŞ KAYNAKLARINA GÖRE STARTER KÜLTÜRLER

Doğal (Artizanal) Starter Kültürler

Geleneksel (artizanal) peynirlerin üretimi sırasında çiğ süt kullanılmakta ve starter kültür kullanılmamaktadır (Riquelme vd., 2015; Rašović, 2017). Bu peynirlerin üretiminde çiğ süttten gelen ve canlılığını koruyarak çoğalan mikroorganizmaların oluşturduğu mikrofloradan yararlanılmaktadır (Kongo, 2013). Mikroorganizmaların zenginleşmesi sonucu ortama hâkim olan flora, peynir üretim sıcaklığında gelişebilen bakterilerin seçici zenginleşmesine neden olur. Bundan dolayı geleneksel peynirler ayırt edici ve farklı duyuşal özellikleri ile tanınmaktadır (Montel vd., 2014; Rašović, 2017).

Doğal starterler bakteriyolojik kalitesi yüksek çiğ süttten, peyniraltı suyundan (PAS) veya PAS ile rennin karışımından elde edilmekte olup 20. yüzyılın başlarına kadar peynir üretiminde bu doğal kültürlerden faydalanılmıştır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Fox ve Mcsweeney, 2017). Dünya çapında birçok peynirin üretiminde doğal starterlerin yerini ticari (endüstriyel) starterler alsa da özellikle İtalya, Fransa ve İsviçre gibi Avrupa ülkelerinde ve Güney Amerika’da PDO (Protected Designation of Origin – Korunmuş Menşe ünvanı) statüsündeki peynirlerin üretiminde doğal starterler yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde bu kültürler ile üretilen tanınmış çok sayıda peynir çeşidi bulunmaktadır. Minas, Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Mozzarella, Emmental, Comté gibi çeşitler ile ülkemizde üretilen Kars Kaşarı bu peynirlerden sadece birkaçıdır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Gatti vd., 2014; Fox vd., 2017a).

Doğal starter kültürler peynir işletmelerinde günlük olarak üretilmekte olup arzu edilen mikroflora, çiğ süte ve PAS’a uygulanan bir takım seçici koşulların (ısı işlem, inkübasyon sıcaklığı, pH, rekabet ve/veya antagonizma) sonucunda elde edilmektedir. Amaç, seçici koşullara en iyi adapte olmuş suşları seçmektir. Kültürün

karmaşıklığı büyük ölçüde inkübasyon koşullarının seçiciliğine bağlıdır. Bu nedenle farklı tür ve/veya suşların tanımlanmamış karışımlarını içermektedirler. Doğal süt kültürlerinin mikrobiyolojik bileşimi, peynir üreticilerinin kültürü hazırlama işlemlerindeki farklılıkları dışında çığ sütün alındığı coğrafi farklılıklara göre de değişmektedir (Altieri vd., 2017; Parente vd., 2017). Bu kültürler, faj saldırılarına karşı genellikle dirençli olup faj varlığında çoğalabilirler (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Giraffa vd., 2018). Bunu farklı fajlara karşı geliştirdikleri “faja direnç mekanizmaları” ile sağlamaktadırlar. Laktik asit bakterilerinin faj adsorbsiyonunun engellenmesi, restriksiyon (sınırlama, kısıtlama)/modifikasyon sistemleri, abortif enfeksiyon, lizojenik bağışıklık, faja dayanıklı plazmidler ve birkaç yıl önce keşfedilen CRISPR/Cas sistemi olmak üzere çeşitli faj direnç mekanizmaları bulunmaktadır. Bakteriler bu mekanizmalardan birini bulundurabileceği gibi birden fazla mekanizmaya da sahip olabilmektedir (Kılıç, 2014; Zago vd., 2017; Hatti-Kaul vd., 2018).

Doğal starterlerin elde edilmesinde kullanılan maddelerden biri olan doğal PAS kültürlerinin hazırlanmasında genel olarak bir gün önce elde edilen PAS kullanılmaktadır (Guidone vd., 2016; Parente vd., 2017). Bu PAS'dan bir miktar alınarak içerisindeki bakterilerin gelişebilmesi/zenginleşebilmesi için uygun bir sıcaklık (42-50°C) ve sürede (yaklaşık 18-24 saat) inkübasyona bırakılır. Elde edilen bu kültüre “termofilik PAS kültürü” de denilmektedir (Rodrigues vd., 2012; Fox vd., 2017a). PAS'ın mikrobiyotasında çoğunlukla asidürik ve/veya *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis/bulgaricus* gibi homofermentatif termofilik laktik asit bakterileri baskındır. *Lb. helveticus* (> %85 - baskın flora), *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis/bulgaricus*, *Lb. fermentum* ve *S. thermophilus* ortama hakim olan bakterilerdir (Gatti vd., 2014; Guidone vd., 2016; Coloretto, 2017). Elde edilen düşük pH'lı (pH 4.0 - 4.5) starter kültür Grana Padano, Parmigiano Reggiano gibi ekstra sert peynirlerin, Arjantin tipi sert peynirlerin, İsviçre tipi peynirlerin, pasta filata tipi İtalyan peynirlerin ve Kaşar peynirinin üretiminde kullanılmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Soran ve Çelik, 2018; Cuffia vd., 2019).

Pasta filata tipi peynirler genellikle Güney İtalya kökenli olup taze olarak tüketilen yumuşak ve yarı-yumuşak çeşitler ile tüketilmeden önce olgunlaştırılan sert ve yarı-sert çeşitlerden oluşmaktadır. Ülkemizde üretilen Kaşar peyniri de bu gruba girmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Hayaloğlu, 2016).

Peynir üreticileri, doğal PAS kültürlerinin yanı sıra süttten hazırlanan doğal süt starterlerini de tercih etmektedirler. Yumuşak ve yarı sert peynirlerin üretiminde ağırlıklı olarak süt kaynaklı kültürler kullanılmaktadır (Carminatti vd., 2015; Budak vd., 2018). Periyodik olarak alınan bakteriyolojik kalitesi yüksek süt, 60-65°C'de 10-15 dk ısıtma işlemine tabi tutulmakta ve 45°C'ye soğutulmaktadır. Ardından bu sıcaklıkta inkübasyona bırakılarak sütün asitleşmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde sütün kendi florasında bulunan termofilik laktik mikrofloranın (özellikle *S. thermophilus*'un) sayısının ve aktivitesinin artması yani kültürün zenginleşmesi sağlanır. Süt asitliği %0.4 - 0.5 laktik aside ulaştığında (yaklaşık 5-6 saat sonra) inkübasyon durdurulur ve oluşan pıhtı sonraki gün işlenecek peynir sütüne katılır. Mozeralla, Caciocavallo, Asiago, Montasio peynirleri doğal süt starterlerinden üretilmektedirler (Rodrigues vd., 2012; Majhenič, vd., 2014; Fox vd., 2017a).

PAS-rennin karışımında ise kaynatılmış ya da deproteinize edilmiş PAS'a eklenen kurutulmuş buzağı şirdeninin bir süre bekletilmesi sonucu elde edilen yüksek asitliğe sahip (%1.25 - 1.35 laktik asit) kültür, Gruyere ve Emmental gibi İsviçre tipi peynirlerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntem küçük işletmeler tarafından tercih edilmektedir. Bu tip kültürlerde genellikle termofilik ve heterofermantatif *Lactobacillus* suşları baskındır. Değişik sayıda tür veya suşları içermesi ve kompozisyonlarının tam olarak bilinmemesi nedeniyle bu kültürler "Tanımlanmamış Kültürler" de denilmektedir. (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Ticari Starter Kültürler

Ticari olarak satılan starter kültürler, süt ürünlerinde kullanılan teknoloji dikkate alınarak geliştirilmiş olan ve fermente gıdaların üretiminde kullanılmak üzere standardize edilmiş çeşitli

formlardaki kültürlerdir (Hansen, 2014; Gürsoy ve Türkmen, 2018). Ticari starter kültür üretimi olarak ilk Danimarka'da kurulmuş olan Chr. Hansen laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup peynir ve krema olgunlaştırılmasında kullanılmak amacıyla üretilen starter kültürlerin üretimine 1890 yılında başlanmıştır (Chr. Hansen, 2019). Sonrasında ise Amerika Birleşik Devletlerinde, Almanya ve Fransa'da çeşitli laboratuvarlar kurulmuş ve üretilen kültürler süt işletmelerinde kullanılmıştır. İlk başlarda sıvı starter kültürler üretilirken 2. Dünya savaşı sırasında dondurarak kurutma (liyofilizasyon) tekniğinin gelişmesine paralel olarak dondurulmuş ve dondurarak kurutulmuş (liyofilize) kültürler üretilmiş ve pazarlanmıştır (Kandasamy vd., 2018). Günümüzde, starter kültür endüstrisinde dondurma ve dondurarak kurutma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Conte vd., 2014; Malo ve Urquhart, 2016; Pophaly vd., 2018). Bu kültürlerin üretimde tercih edilmesi ile işletmelerdeki ana, ara ve işletme kültürü hazırlama işlemi ortadan kalkmış ve böylece hem toplu kültür hazırlığı ile ilgili maliyetler hem de kültürün bakteriyofaj ile enfeksiyon riski azalmıştır (Parente vd., 2017; Taslika, 2017). Türkiye'deki çalışmalar ise ancak 1970 yılından sonra başlamış olup sırasıyla Etlik Veteriner Araştırma ve Kontrol Enstitüsü, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mikrobiyolojisi Kürsüsü starter kültür ile ilgili araştırmalar yapmıştır. Starter kültür üretimi ile ilgili araştırma ve projeler yapılmış olmasına rağmen ülkemizde gerçek anlamda starter kültür üretimi yapan ticari bir işletme yoktur (Halkman ve Yalçın, 2001; Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Ticari starter kültürler sıvı, toz ve dondurulmuş starter kültürler olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Demirgül ve Sağdıç, 2017; Parente vd., 2017).

Sıvı Starter Kültürler

Starter kültür üretiminin tarihi incelendiğinde ilk olarak sıvı kültürler geliştirilmiş ve 1960'lı yılların başlarına kadar başarıyla kullanılmıştır (Høier vd., 2010; Kılıç, 2014). Sıvı kültürler hazırlanırken öncelikle kullanılacakları ürüne özgü bakteri/bakteriler belirlenir. Yağsız süt tozu ile

hazırlanan steril süte belirlenen bakterinin/bakterilerin ekimi yapılır ve steril sütler uygun koşullarda inkübasyona bırakılır. Bu kültürler aşırı asitlenmeden etkilenir ve bu nedenle depolama sırasında canlılıklarını yitirebilirler. Bunu önlemek için steril süte kalsiyum karbonat ilave edilerek canlılık kaybı geciktirilebilirse de tamamen önlenemez. Elde edilen kültür ($\sim 10^9$ kob/mL) hemen soğutulmuş farklı hacimlerdeki sterilize şişelere doldurulur ve özel ambalajların içinde işletmelere sevk edilir. Sevk edilen kültürler, bakterilerin aktivitesini kaybetmemesi için $+4^\circ\text{C}$ 'de depolanmaktadır (Kılıç, 2014; Taskıla, 2017; Anonymous, 2019a). Sıvı kültürlerin kullanımı kolay ve maliyeti düşüktür. Bu avantajlara rağmen sıvı kültürlerin kısa raf ömrüne sahip olması bu kültür çeşidinin dezavantajıdır. Kültürün aktif kalabilme süresi birkaç günden birkaç haftaya kadar değişebilmektedir (Hansen, 2014). Bu kültürler direkt olarak kullanılmadıkları için sırasıyla ana, ara ve işletme kültürü hazırlanarak peynir üretiminde kullanılabilirler. Fakat bu kültürlerin kontaminasyona ve faj enfeksiyonuna açık olduğu unutulmamalıdır (Surono ve Hosono, 2011; Kılıç, 2014). Gerek ülkemizde gerekse de dünyada sıvı kültürlerin yerini toz ve dondurulmuş starter kültürler almıştır.

Toz (Kurutulmuş) Starter Kültürler

Starter kültür üreticileri, kullanımdaki sorunlar nedeniyle sıvı kültürler yerine bilinen en eski kültür koruma yöntemi olan kurutma yöntemini tercih ederek toz formdaki starter kültürleri üretmişlerdir (Öztürk ve Çakır, 2015). 1960'ların başlarında ilk olarak vakumda kurutma yöntemi denenmiştir. Bu yöntemde, atmosfer basıncının altındaki bir basınç değeri kullanılarak düşük sıcaklıkta kültürdeki nem miktarı kontrollü bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Süreksiz bir işlemde vakumda kurutma işleminin süresi yaklaşık 10-20 saat arasında değişmektedir. Gerek vakum sırasındaki dehidrasyonun neden olduğu hücre hasarı gerekse de son üründe kalan yüksek nem miktarı kültürün depolanma süresini olumsuz etkilemiştir (Gong vd., 2014; Foerst ve Santivarangkna, 2015). Bu nedenle yeni bir yöntem arayışına girilmiş olup biyoteknoloji alanındaki ilerlemeler sayesinde püskürtmeli

kurutma (spray drying) ve dondurarak kurutma (liyoofilizasyon/ freeze drying) yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Peighambardoust vd., 2011; Engels vd., 2017). Yeni yöntemlerde hücrelerin aktivitelerini kaybetmemeleri amaçlanmıştır. Bu yöntemler ile üretilen kültürler püskürtmeli kurutma yöntemi ile üretilen starter kültürler, dondurarak kurutma yöntemi ile üretilen starter kültürler (normal liyoofilize kültürler) ve dondurarak kurutma yöntemi ile üretilen konsantre starter kültürler (konsantre liyoofilize kültürler) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır.

Püskürterek kurutma yönteminin temeli 1914 yılında Rogers'ın kurutulmuş kültür hazırlama çalışmalarına dayanmaktadır (Peighambardoust vd., 2011; Ferreira, 2016). İkinci Dünya Savaşı sırasında, büyük miktardaki gıdanın uzun raf ömrü, düşük ağırlık ve düşük hacim ile taşınması vb. gibi sorunların olması nedeniyle bu teknik geliştirilmiştir (Silva vd., 2011). Bu yöntemde, sıvı kültür bir atomizerden geçirilerek 150-200°C sıcaklığındaki sıcak hava akışına yüksek bir hız ve basınçta püskürtülmekte ve uygulanan işlem sonrasında toz formda starter kültür edilmektedir (Öztürk ve Çakır, 2015; Ferreira, 2016; Pak, 2019a). Püskürterek kurutma yöntemi düşük enerji maliyeti nedeniyle dondurarak kurutma yöntemine göre daha ekonomik ve verimlidir. Ayrıca kurutma işleminin sürekliliği ve yüksek hızda kurutma yapılabilmesi ise yöntemin diğer avantajlarıdır. Fakat kurutma süresince mikroorganizmalarda yüksek oranda canlılık ve aktivite kaybının olması, kültürlerin depolanması süresince daha düşük stabilitenin izlenmesi ve ürünün rehidrasyonundaki zorluklar dikkate alındığında dondurarak kurutma yöntemine kıyasla daha az tercih edilen bir yöntem olmuştur (Peighambardoust vd., 2011; Gong vd., 2014; Demirgöl ve Sağdıç, 2017).

Dondurarak kurutma yöntemi (liyoofilizasyon), 2. Dünya Savaşı sırasında tıbbi malzemelerin korunması için geliştirilmiş (Kılıç, 2014; de Melo Carvalho, 2018) ve mikroorganizmaların korunması için önemli bir kültür koruma yöntemi olmuştur (Fonseca vd., 2015; Dolci ve Cocolin, 2018). Dondurarak kurutma, ticari starter kültür

üretiminde mikroorganizma hücrelerinin canlılığını koruması ve üretilen kültürün raf ömrünü artırması nedeniyle dondurma yöntemine kıyasla daha çok tercih edilen bir yöntemdir (Fellows, 2017; Taskila, 2017; Rama vd., 2019). Dondurarak kurutma işlemi hücre süspansiyonunun dondurulması (1), süblimasyon (birinci kurutma) ile buzun uzaklaştırılması (2) ve desorpsiyon (ikinci kurutma) ile donmamış suyun ayrılması (3) olmak üzere üç aşamada yapılmaktadır. Üründeki çözücü miktarı biyolojik ve/veya kimyasal reaksiyonları desteklemeyecek değerlere ($a_w < 0.2$) düşene kadar desorpsiyon işlemine devam edilir. Bu işlem son ürünün özelliklerini, stabilitesini ve verimini etkilemektedir. Ayrıca hücrelerin canlılığını ve aktivitesini uzun süre koruyabilmesi için doldurularak kurutulacak sıvı kültüre kriyoprotektif ajanlar da eklenebilmektedir (Fonseca vd., 2015; Karagül ve Altuntaş, 2018; Anonymous, 2019b). Liyoofilize kültürde yaklaşık olarak 10^{12} kob/g mikroorganizma bulunabilmektedir (Kılıç, 2014; Parente vd., 2017). Liyoofilizasyon tekniği diğer kurutma yöntemleri ile kıyaslandığında yüksek maliyetli bir yöntemdir (Foerst ve Santivarangkna, 2015; de Melo Carvalho, 2018). İşlem sırasında yüksek miktarda enerji gerekmesi ve üretim süresinin uzun olması üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bu alandaki süreç gelişimi, ürün kalitesini korurken kurutma sürelerini minimize etmeye odaklanmıştır (Taskila, 2017; de Melo Carvalho, 2018).

Dondurularak kurutulmuş kültürler, normal liyoofilize kültürler ve konsantre liyoofilize kültürler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Normal liyoofilize kültürler hazırlanırken elde edilen aktif sıvı kültür -40°C / -80°C'de dondurulduktan sonra kültürün ihtiva ettiği donmuş su, 0.1 mmHg gibi çok düşük bir basınç altındaki vakumda süblimasyon ile ortamdan uzaklaştırılır. Bu yöntem ile hazırlanmış olan kültürler ambalajlanırken paket içerisindeki hava alınır ve/veya paket içerisine inert gaz verilir. Bu kültürlerin düşük miktarda su ihtiva ettiği göz önüne alındığında içerisindeki mikroorganizmalar canlılıklarını uzun süre koruyabilirler (Kılıç, 2014, Fonseca vd., 2015). Konsantre liyoofilize kültürlerde ise aktif sıvı kültür önce santrifüjlenir

sonrasında ise liyofilizatörde dondurularak kurutulur ve toz haline getirilir. İçerisindeki canlı mikroorganizma sayısı normal liyofilize kültüre göre daha fazladır. Bu özelliği nedeniyle doğrudan işletme kültürü hazırlanarak veya direkt peynire işlenecek süte katılarak (DVS/DVI) kullanılabilirler. Raf ömrü uzun olduğu için işletmelere sevkiyatı, işletmelerde muhafazası ve kullanımı çok kolaydır. Ayrıca kültür üretimi için laboratuvar ve personel gerekmemektedir (Kılıç, 2014; Karagül ve Altuntaş, 2018).

Dondurulmuş Starter Kültürler

Dondurulmuş starter kültürler, sıvı kültürlerin -40°C, -80°C, -196°C gibi düşük sıcaklarda dondurulması ile elde edilmektedir. Dondurulmuş kültürlerde hücre canlılığı ve hücrelerin dayanıklılığı yüksektir. Bakterilerin canlılığının ve aktivitesinin uzun süreli korunması için doldurulacak sıvı kültüre kriyoprotektif ajanlar da eklenebilmektedir. Dondurulmuş kültürde yaklaşık olarak 10^{10} - 10^{11} kob/g mikroorganizma bulunabilmektedir. Bu nedenle doğrudan peynir üretiminde (DVS/DVI) kullanılabilirler (Parente vd., 2017; Dolci ve Cocolin, 2018). Sıvı kültürün dondurulması sırasında uygulanan sıcaklık değeri düşükçe donma işlemi daha hızlı gerçekleşeceğinden hücreler daha az hasar görür ve canlılıklarını daha uzun süre muhafaza ederler (Foerst ve Santivarangkna, 2015; Tanimomo vd., 2016; Coulibaly vd., 2018).

Dondurulmuş starter kültürler, normal dondurulmuş kültürler ve konsantre dondurulmuş kültürler olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Høier vd., 2010; Engels vd., 2017). Normal dondurulmuş kültürler, aktif saf kültürün steril süte %2-3 oranında eklenmesi ve hazırlanan karışımın özel ambalajlara konularak, -20°C'de geleneksel dondurma, -40°C / -80°C'de derin dondurma veya -196°C'de sıvı azotta ultra düşük sıcaklıkta dondurması ile üretilirler. Bu kültürler, -40°C'nin altında depolandığında canlılıklarını yıllarca koruyabilirler (Polo vd., 2017; Taskila, 2017). Kültürlerin hücre hasarını en az düzeye indirmek için kültürler mümkün olduğunca kısa sürede dondurulmalı ve kullanım sırasında ise hızlıca çözülmelidir. Kültürler kullanılmadan önce 20°C'deki suda buzunu eriyene kadar bekletilip kullanıma hazır hale getirilir (Parante ve ark.,

2017; Sharma vd., 2017; Taskila, 2017). Sevk edilecek dondurulmuş starter kültürlerin kuru buz ile örtülerek işletmelere gönderilme maliyetinin yüksek olması ve bu kültürlerin üretimi sırasında kullanılan enerji maliyetinin yüksek olması yöntemin önemli dezavantajlarıdır (Hansen, 2014; Ferreira, 2016; Dolci ve Cocolin, 2018).

Konsantre dondurulmuş kültürler ise aktif saf kültürlerinin aseptik koşullarda santrifüjden geçirilmesi sonucu konsantrasyonu artırılan sıvı kültürün -196°C'deki sıvı azota daldırılarak dondurulması ile üretilirler (Kılıç, 2014; Demirgöl ve Sağdıç, 2017; Sulieman, 2017). Konsantre dondurulmuş kültürlerdeki mikroorganizma sayısı daha fazla olduğu için peynir üretiminde kullanılacak süte doğrudan (DVS/DVI) katılabilirler (Nasrollahi, 2016). Dondurulmuş kültürlerle kıyasla daha stabil olup kullanımları daha kolaydır. Ancak sıvı azotta donduruldukları için kültürlerin saklanması ve taşınması zor olup işletmeler için yüksek maliyet oluşturmaktadır (Kılıç, 2014; Demirgöl ve Sağdıç, 2017; Coulibaly vd., 2018).

İŞLEVLERİNE GÖRE STARTER KÜLTÜRLER

Birincil (Primary) Starter Kültürler

Peynir, eski zamanlarda, çiğ süttten gelen ve çevreden bulaşan mikrofloranın sütte meydana getirdikleri spontan fermantasyon ile üretilmekteydi. Nihai ürünün kalitesi ise mikrobiyel yüke ve ham maddenin özelliklerine göre değişmekteydi (Kongo, 2013). Sonrasında ise spontan fermantasyon sonucu elde edilen istenilen nitelikteki üründen bir miktar alınarak bir sonraki üretimin aşılması yoluna gidilmiştir. Bu yöntem ile fermente edilecek kitleye belirli suşların baskın olduğu süt ve/veya peyniraltı suları eklendiği için fermantasyon süresi kısalmıştır. Bu işlem "back-slopping" olarak adlandırılmış ve önceki üretilere kıyasla bu yöntem ile daha başarılı fermantasyonlar gerçekleştirilmiştir (Hansen, 2014; Corbo vd., 2017). Starter kültürler mikrobiyoloji bilim dalındaki ilerlemelere paralel olarak asit üretim hızını standartlaştırmak amacı ile 19. yüzyılın sonlarına doğru, Türkiye'de ise 1970'ler itibarıyla kullanılmaya başlanmıştır. Starter kullanımı, peynir kalitesini iyileştirmiş ve standardize etmiştir (İrkin, 2017).

Laktik asit bakterileri, starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmaların en önemli grubunu oluşturmaktadır (Parente vd., 2016; Picon, 2018). Bu gruptaki bakterilerin tümü Gram pozitif, katalaz negatif, *Sporolactobacillus inulinus* hariç spor oluşturmeyen, fakültatif anaerob, düz çubuk, değişik formlu çubuk veya kok şeklinde olan ve bazı istisnalar hariç hareketsiz bakteriler olarak tanımlanmaktadır. Bu bakterilerin büyük çoğunluğu homofermantatiftir (Tunail ve Köşker, 1989; Tunail, 2009; Albayrak, 2017). Laktik asit bakterileri, genellikle güvenilir kabul edilen (GRAS) mikroorganizmalardandır (Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014; de LeBlanc vd., 2018). Bu bakteriler fermente gıdaların üretiminde starter kültür olarak uzun bir kullanım geçmişine sahip heterolog bir mikroorganizma grubu olup çığ sütün doğal mikrobiyotasını oluştururlar (Kılıç, 2010; Domingos-Lopes vd., 2017; de LeBlanc vd., 2018). Ayrıca geleneksel süt ürünlerinin duysal, biyokimyasal ve tekstürel lezzet özelliklerinin gelişmesinde önemli katkıları vardır (Domingos-Lopes vd., 2017; Pophaly vd., 2018). *Lactococcus*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinslerine ait bakteriler, kullanımı en yaygın olan peynir starterleridir. *Leuconostoc* ve *Enterrococcus* cinslerine ait suşlarda starter kültür olarak kullanılmaktadır (Fernández vd., 2015; Vázquez-Velázquez vd., 2018).

Starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterilerinin peynir teknolojisinde iki temel görevi bulunmaktadır. Bunların ilki peynir üretimi sırasında işlem parametrelerinin uygulanabilmesi için öngörülen sürede laktozdan laktik asit üretimini sağlamaktır (Ertürkmen, 2014; Ladero vd., 2015). İkincisi ise peynirin olgunlaşması esnasında peynirin karakteristik lezzetini geliştirmeye yardımcı olan biyokimyasal değişiklikleri gerçekleştirmektir. Söz konusu bakterilere, peynir üretiminde birincil amaç olan laktik asit üretimini başlattıkları için başlatıcı (starter), birincil kültür (primary cultures) veya starter laktik asit bakterileri denilmektedir (Conte vd., 2014; Irlinger vd., 2017).

Birincil kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri, sütte bulunan laktozu laktik aside dönüştürerek sütün pıhtılaşması için gerekli olan pH düşüşünü sağlarlar (Ladero vd., 2015; Şimşek

vd., 2016). Asit üretiminin pıhtı oluşumu, peynir suyunun ayrılması, tekstür, tat ve koku oluşumunun başlaması, patojenlere karşı ürünün korunması ve ürünün raf ömrünün uzatılması gibi olumlu etkileri vardır (Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014; Fox vd., 2017a). Starter kültürler sahip oldukları ve/veya dolaylı olarak salınan enzimlerinin aracılığı ile proteinleri (proteoliz), karbohidratları (glikoliz) ve yağları (lipoliz) hidrolize ederek peynirde tat-aroma maddelerinin oluşumunda ve peynir olgunlaşmasında önemli rol oynarlar (Ertürkmen, 2014; Yerlikaya, 2014). Peynirdeki çığ süt mikrobiyotasının daha fazla proteoliz ve lipolize neden olması ve aynı zamanda daha iyi lezzet oluşturması nedeniyle peynir üreticilerinin çoğu üretimde çığ süt kullanmakta veya peynir sütüne çığ süt eklemektedirler (Quidley vd., 2013; İrlinger vd., 2015). Fakat çığ sütte doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri, çığ süttten yapılan peynirlere çok yüksek kalitede duysal özellikler yerine istenmeyen özelliklerde kazandırabilirler. Bu tür istenmeyen durumların yaşanmaması için laktik asit bakterilerini içeren starter kullanımının, peynir üretiminde vazgeçilmez bir gereklilik olduğu unutulmamalıdır (Halkman ve Taşkın, 2001; Hayaloğlu ve Özer, 2011; Bintsis ve Papademas, 2018).

Peynirlerde birincil starter kültür olarak kullanılacak bakterilerin aşağıdaki işlevlerden birini veya birkaçını yerine getirmesi gerekmektedir.

- Laktoz metabolizması (laktik asit üretimi, peynir üretiminde olmazsa olmazdır ve peynirdeki bozulmaya neden olan ve patojenik etki gösteren mikroorganizmaları minimize eder)
- Çok sayıda enzim ve metabolik ürünün üretimi (lezzet profilinin oluşturması ve peynirin olgunlaşması sırasında organoleptik özellikleri arttırmada etkin rol oynamaktadır)
- Patojenlerin hayatta kalma ve çoğalma riskini azaltan diğer antimikrobiyel maddelerin üretimi (organik asitler (çoğunlukla laktik asit), hidrojen peroksit ve bakteriyosinler dâhil olmak üzere birçok antimikrobiyal bileşiği sentezleyerek, bozulmayı ve patojenik bakterilerin gelişmesini engelleyebilirler)

d) Sağlığı teşvik edici özellikleri artırma (sütün fermantasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından üretilen vitaminler, gama-aminobütirik asit, biyoaktif peptitler, bakteriyosinler, enzimler, konjuge linoleik asit ve ekzopolisakaritler gibi biyoaktif bileşikler, anti-hipertansif, anti-kanser, anti-inflamatuvar, anti-diyabetik, anti-oksidan ve kalsiyum bağlama gibi sağlığa faydalı etkiler göstermektedirler)

Bu özelliklerin peynir yapımı ve peynirde lezzet gelişimi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Örneğin peynir yapımı sırasında üretilen laktik asit oranı ve miktarı kaybedilen nem miktarını, son pH'yı ve peynirdeki kalan laktozu belirleyecektir (Linares vd., 2017; Marco, 2017).

İkincil (Sekonder) Starter Kültürler

Peynir mikroflorası, peynire özgü özelliklerin oluşmasında oldukça önemlidir. Peynir üretiminden peynirin olgunlaştırılmasına kadar geçen sürede mikrobiyel yük giderek artmaktadır. Bu mikrobiyel yükü oluşturan flora birincil starter kültürler ve ikincil starter kültürlerdir (Karabıyık ve Erdoğan, 2019). Birincil starter kültürler, peynir üretimi sırasında sütte bulunan laktozdan laktik asit üretmek ile görevli iken ikincil starter kültürlerin asit üretiminde hiçbir görevleri yoktur (Engels vd., 2017; Fox vd., 2017). İkincil kültürlerin asıl görevleri, peynirin olgunlaşması sırasında peynirde meydana gelen organoleptik ve biyokimyasal değişikliklere neden olan reaksiyon serisini tetiklemektir (Hayek ve İbrahim, 2013; Yüce vd., 2017; Bintsis, 2018). Peynir çeşitlerindeki lezzet oluşumu ve peynir çeşitlerinin karakteristik özellikleri, olgunlaşma sürecinde hem starter hem de starter olmayan laktik asit bakterilerinin sinerjistik aktivitesi sonucu oluşmaktadır. Bu etki ile peynirlerin olgunlaşma süreci de hızlanmaktadır (Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014).

Peynir üretiminde kullanılan ikincil kültürler hem taksonomik hem de işlevsel açıdan oldukça çeşitli olup starter olmayan laktik asit bakterileri (NSLAB), küfler ve mayalar, propiyonik asit bakterileri, stafilokoklar ve korineformlardan oluşmaktadır (Hayaloğlu, 2016; Gürsoy ve Türkmen, 2018). Geleneksel peynirlerdeki ikincil

mikrobiyota süttten, peynir üretiminde kullanılan malzeme-ekipmanlardan ve/veya peynir fabrikası ortamından kaynaklanmaktadır. Mavi peynirlerin üretimi sırasında küflü ekmelek parçalarının peynir pıhtısı ile karıştırılması, yüzeyi olgunlaştırılmış peynirlerin seyreltik tuzlu suyla yıkanması ile oluşan suya taze peynirlerin batırılıp çıkarılması da geleneksel peynirler için ikincil kültür kaynaklarını oluşturmuştur. Geleneksel peynirlerin endüstriyel olarak üretiminin yapılabilmesi için öncelikle bu peynirdeki mikroflora tespit edilmiş ve ticari ikincil/sekonder kültürler üretilmiştir (İrlinger vd., 2017). Hollanda tipi peynirlere eklenen sitrat pozitif *Lactococcus*, *Leuconostoc* spp., İsviçre tipi peynirlere eklenen *Propionibacterium*, mavi peynir çeşitlerine eklenen *Penicillium roqueforti*, Camembert-Brie peynirlerine eklenen *Penicillium camemberti* ile Tilsit ve Limburger gibi yüzeyden olgunlaştırılan peynirlerde kullanılan *Brevibacterium linens* yaygın olarak kullanılan ikincil kültürlerdir. Bu kültürler peynir kitlesinin iç veya yüzey kısımlarında duyuusal, biyokimyasal ve tekstürel değişiklikler meydana getirmektedirler. İsviçre (Emmental) peynirinde *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *sbermanii* tarafından üretilen CO₂ nedeniyle peynir kitlesinde delikli yapının oluşması, mavi peynir çeşitlerine eklenen *Pen. roqueforti* gelişiminin neden olduğu mavi damarlar veya Camembert ve Brie peynirlerinin olgunlaşması sırasında *Pen. camemberti*'nin gelişmesi ile peynir yüzeyini kaplayan kadifemsi beyaz küfün oluşturduğu kabuk bu tip değişikliklere örnek olarak verilebilir (Gürsoy ve Türkmen, 2018; Gobbetti vd., 2018b).

NSLAB, oldukça heterojen bir grup olup peynir üretimindeki asit üretiminden sorumlu değildirler. Asıl görevleri peynirlerin olgunlaşma sürecinde lezzet oluşumuna katkıda bulunmaktır (Pogačić vd., 2013; Levante vd., 2017). Bazı mezofilik *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Enterococcus* spp.'lar ile bazı termofilik laktik asit bakterileri NSLAB'ni oluşturmaktadırlar (Montel, 2014; Picon, 2018). Çiğ süttten üretilen peynirlerde NSLAB'nin temel kaynağı çiğ süt ve peynir üretim alanıdır. Pastörize süttten üretilen bazı peynirlerde de bu bakteri grubuna rastlanması pastörizasyon sonrası bulaşmayı veya pastörizasyon işleminde bu bakterilerin inaktive olmadığını

düşündürmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Vandera vd., 2019). Bu bakteriler, hemen hemen tüm olgunlaştırılmış peynir çeşitlerinin mikrobiyel popülasyonunun önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Bununla birlikte peynirdeki pıhtı dönüşümünde temel rol alan enzimlerin salınımını da sağlamaktadırlar (Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014). Ayrıca bazı pH değerlerine (pH = 4.9'a kadar), tuz konsantrasyonlarına (%6), nem miktarına (< %50) ve çeşitli sıcaklık (2-53°C) derecelerine karşı toleranslıdırlar. Pastörizasyon işlemi sonrası sütte görünmelerinin bir nedeni de budur (Montel, 2014).

Olgunlaşma sırasındaki NSLAB'nin mikrobiyel sayıları üretilen peynirin türüne (yumuşak, yarı sert, sert), peynirin olgunlaşma süresinin uzunluğuna, peynir üretiminde starter kültür kullanıp kullanılmadığına ve starter kültür kullanıldı ise kullanılan starter kültürün kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir (Montel, 2014; Sgarbi vd., 2014; Cotter ve Beresford, 2017). Peynir üretiminde NSLAB'nin kontrolsüz çoğalması istenmeyen tat ve aromaya neden olabilmektedir. Standart peynir lezzetini korumak için geliştirilecek türlerin NSLAB olarak kullanılması önerilmektedir (Law, 2010; Widyastuti ve Febrisiantosa, 2014). Mezofilik *Lactobacillus* spp. en yaygın kullanılan NSLAB'dir (Montel, 2014). *Lb. helveticus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum/paraplantarum*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. curvatus*, *Lb. brevis*, *Lb. sake*, *Lb. pentosus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. reuteri*, *Lb. johnsonii*, *Lb. crispatus*, *Lb. fermentum*, *Lb. buchneri* ve *Lb. gasseri* türleri daha sık rastlanan starter olmayan laktik asit bakterileridir (Fernández vd., 2015).

Propiyonik asit bakterileri (PAB), çoğunlukla süt ve süt ürünlerinde bulunan bir bakteri grubudur ve peynir üretiminde starter kültürler ile birlikte ikincil kültür olarak kullanılırlar. (Raus-Madiedo ve Rodríguez, 2017; Cheng, vd., 2018). PAB, İsviçre tipi peynirlerin karakteristik mikrobiyotasıdır. Çiğ sütün içerisinde yeterli miktarda PAB bulunsa da pastörize süt ile üretilen peynirlerde 10^3 kob/g seviyesinde süte eklenmelidir. Peynir yapımı sırasında yüksek pişirme sıcaklığında (~54°C) canlı kalır ve ılık (14-15°C) olgunlaşma döneminden sonra 10^8 - 10^9

kob/g seviyesine kadar çoğalabilirler (Picon, 2018). *Propionibacterium* cinsine ait süt kökenli bakteriler *Pro. freudenreichii*, *Pro. acidipropionici*, *Pro. jensenii* ve *Pro. thoenii*'dir (Picon, 2018). Sert peynirlerin olgunlaşmasında en yaygın kullanılan ikincil kültür olan bu bakteri grubu, son zamanlarda biyokoruyucu (antimikrobiyel maddeler nedeniyle) ve probiyotik olarak da kullanılmaya başlanmıştır (Bintsis ve Papademas, 2018). PAB, birçok peynir çeşidinin olgunlaşması süresince gelişebilmekte ve Emmental, Gruyère, Comte gibi İsviçre tipi peynirlerin karakteristik florasını oluşturmaktadır. Mezofilik PAB, 25-32°C'de ve pH 6.0 - 7.5 aralığında optimum gelişim göstermektedir (Özer ve Kesentaş, 2012; Öztürkcan ve Acar, 2017; Cheng vd., 2018). Bu peynirlerdeki karakteristik aromalar ile tipik göz oluşumundan PAB sorumludur. PAB, peynirin olgunlaşması sırasında laktik asit bakterilerinin laktozu hidrolize etmesi sonucu oluşan laktatı parçalayarak propiyonik asit, asetik asit ve CO₂ oluşturarak peynirdeki tat oluşumuna katkıda bulunurlar. Bu bileşenler peynirin olgunlaşması sırasındaki organoleptik özelliklerin oluşmasına katkıda bulunur (Gagnaire vd., 2015). Emmental peynirleri ile çiğ sütlerden izole edilmiş 5-6 adet PAB suşu olmasına rağmen saf kültür olarak çoğunlukla *Pro. freudenreichii* subsp. *shermanii* suşu kullanılmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Gagnaire vd., 2015; Ojala vd., 2017). *P. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ve *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* en yaygın olarak kullanılan türlerdir. *Pro. freudenreichii* subsp. *shermanii*, İsviçre tipi peynirlerin *Pro. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ise Comte peyniri üretiminde kullanılmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Metin, 2014; Raus-Madiedo ve Rodríguez, 2017). Ülkemizde ise Mihaliç ve Gravyer peynirinin endüstriyel üretiminde PAB sekonder kültür olarak kullanılmakta ve peynirde arzu edilen karakteristik göz oluşumunu sağlamaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011; Metin, 2014; Topuk ve Sezer, 2015).

İkincil kültür olarak kullanılan küfler ve mayalar yumuşak ve yarı sert peynirlerin üretiminde kullanılmakta olup olgunlaşma, doku gelişimi ve lezzet bileşenlerinin oluşmasında rol oynamaktadırlar. Bu kültürler peynir çeşidine göre değişen oranlarda ya kazan sütüne eklenir ya da

kalıplardan çıkarılan taze peynirlerin üzerine çözelti halinde püskürtülür (Metin, 2014). Küfler ile olgunlaştırılan peynirler iki grup altında incelenmektedir. Bunlardan ilki Brie, Camembert gibi yüzeyi küf ile olgunlaştırılan peynirler ikincisi ise Cabrales, Danablu, Gorgonzola, Stilton ve Roquefort gibi küfle olgunlaştırılan mavi peynirler (mavi damarlı peynirler)'dir. Bu peynirler en iyi bilinen ve en yaygın tüketilen küfle olgunlaştırılan peynirlerdir. *Pen. camemberti*, *Pen. roquefortii*, *Pen. candidum* başlıca kullanılan küf türleridir (Majcher vd., 2017; Yunita ve Dodd, 2018; Karabıyık ve Erdoğmuş, 2019).

Mayalar ise geleneksel olarak olgunlaştırılmış peynirlerin hemen hemen hepsinde önemli bir rol oynamaktadır. Çiğ sütte olduğu kadar sütün işlendiği ortamda da mevcut olan mayalar, diğer mikroorganizmalar ile birlikte karmaşık bir flora oluşturarak taze peynirlerin yüzeyine kolayca kolonize olurlar. Ayrıca işletme ekipmanlarında, havada ve salamurada da bulunabilmektedirler (Banjara vd., 2015; Fröhlich-Wyder vd., 2019). Mayalar, starter bakteriler tarafından oluşturulan laktik asidi parçalayarak ortam pH'sını yükseltir ve olgunlaşmaya yardımcı olan starter mikrofloraya yardımcı olurlar. Yükselen pH ise ikincil kültürlerin gelişip çoğalmasına yardımcı olarak olgunlaşmanın ikinci aşamasını başlatır. Olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal olaylar sonucunda arzu edilen tat, aroma ve tekstür gelişir. Gruyère, Tilsit, Reblochon, Munster gibi yüzeyi olgunlaştırılan peynirlerin tipik görünümüne önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Yüzeyi mayalar ile olgunlaştırılmış peynirlerin çocuğunda *Geothricum candidum* ve *Debaryomyces hansenii* türleri en baskın olan mayalardır (Yalçın vd., 2011; Gobbetti vd., 2018b; Kandasamy, 2018; Fröhlich-Wyder vd., 2019).

MİKROORGANİZMA KOMPOZİSYONLARINA GÖRE STARTER KÜLTÜRLER

Tanımlanmış Suşlu Starter Kültürler

Endüstriyel düzeydeki peynir üretiminde kültür kompozisyonundaki farklılığa göre iki ayrı starter kültür çeşidi kullanılmaktadır. Bunlar tanımlanmış suşlu starter (defined strain starter – DSS)

kültürler ve tanımlanmamış suşlu starter kültürlerdir (Smid vd., 2014; Spus vd., 2015). DSS kültürleri, genellikle karakteristik özellikleri bilinen geleneksel üründen izole edilmiş bir veya daha fazla suştan oluşan bir starter çeşididir. Bu starter çeşidi, bazı kaynaklarda tek suşlu starter kültürler (single strain starter – SSS) ve çok suşlu starter kültürler (karışık – mixed strain starter – MSS) bazı kaynaklar ise tek suşlu starter kültürler, çift suşlu starter kültürler ve çok suşlu starter kültürler olmak üzere 3 gruba ayırmıştır (Tunail, 2009; Smid vd., 2014; Kelleher vd., 2015; Bintsis, 2018).

Tek suşlu starterlerin (SSS) kullanılması ilk olarak Yeni Zelanda'da (1935'lerde) başlamıştır (Fox vd., 2017a). Bu starter çeşidindeki tek suşlar genellikle tanımlanmamış MSS kültürlerden izole edilmekte ve çoğunluğunu mezofilik laktokoklar oluşturmaktadır (Smid vd., 2014; Blaya vd., 2018). Ayrıca bu starter çeşidindeki suş ve/veya türlerin oranı belli olduğu için teknolojik performansları son derece tekrarlanabilir olmuştur. Bu özellik, endüstriyel üretim yapan işletmeler için oldukça arzulanan bir özelliktir (Altieri vd., 2017; Parente vd., 2017). SSS kültürlerin bakteriyofajlara olan yüksek duyarlılıkları nedeni ile 1940'lı yıllarda Yeni Zelanda kültür sisteminde tek suşların eşleştirilmesi yöntemine gidilmiştir. Eşleştirme sonucu elde edilen çift suşlu starterler, üretim parametrelerinin daha iyi kontrol edilmesine neden olmuştur. Suş çiftleri belirlenirken faj duyarlılığı olmayan suşların seçilmesine dikkat edilmiş ve kültür günlük rotasyon yapılarak kullanılmıştır. Suş rotasyonunun faj enfeksiyonlarından korunmasının zor olması nedeniyle 1970'lerde suş çiftlerinin yerini çok suşlu starter kültürler almıştır (Hoier vd., 2010; Mullan, 2017).

Çok suşlu starterler (MSS) ise özellikleri bilinen üç veya daha fazla suşun belli oranlarda karışımından oluşmaktadır. Bu starter çeşidi, endüstriyel şirketler ve/veya araştırma enstitüleri tarafından belirlenen koşullar altında incelenen tanımlanmamış MSS kültürlerinden elde edilmektedir (Altieri, 2017; Dolci ve Cocolin, 2018). Kültürler hazırlanırken seleksiyonu özenle yapılan ve faj akrabalığı olmayan suşlar ayrı ayrı

üretildikleri için bir suşun daha baskın duruma geçmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Tanımlanmış MSS kültürlerinin kültürün hazırlanmasında rotasyona gerek kalınmaması, hazırlanan kültürün faja yakalanma riskinin düşük olması, hazırlanan kültürden daha düşük oranda kullanılabilme olanağı ve starter kültür aktivitesinin daha düzenli olması gibi avantajları vardır. Bu kültürler önceleri işletme kültürü tankına katılmış, daha sonra ise (1990'larda) direkt aşılama kültür (DVS/DVI) olarak kullanılmışlardır (Høier vd., 2010; Fox ve McSweeney, 2017; Parente vd., 2017).

Tanımlanmış mezofilik MSS kültürleri, peynir üretiminde sık kullanılan bir starter çeşidi olup *Lac. lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris*, *Lac. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* ve *Leuconostoc* spp.'in bilinen farklı oranlardaki suşlarını içermektedirler (Johansen vd., 2014; Blaya, 2018). Tanımlanmış termofilik MSS kültürleri ise genellikle *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii*, *Str. thermophilus*, *Lb. fermentum* türlerinin belirlenmiş farklı oranlarındaki karışımlarından oluşmaktadır (Parente vd., 2017). Starter kültürün kompozisyonu ve çeşitliliği, starter performansını yüksek oranda etkilemektedir. Karışımdaki türler asitlendirme hızlarına, gelişmiş bakteriyofaj direncine veya arzu edilen lezzet profiline göre belirlenmektedir (Johansen vd., 2014).

Tanımlanmamış (Karışık) Suşlu Starter Kültürler

Endüstriyel peynir üretimine geçilmeden önce peynir çeşitlerinin çoğunun üretiminde tanımlanmamış MSS kültürleri kullanılmıştır. Doğal ya da artizanal starterler olarak adlandırılan starter grubu, tanımlanmamış MSS kültürlerinden oluşmaktadır (Guidone vd., 2016; Kandasamy vd., 2018). Tanımlanmamış MSS'leri oluşturan suşların fajlara direnç oluşturma ve asit oluşturma gibi özellikleri farklılık göstermektedir. Suşlardan biri faj enfeksiyonu yüzünden aktivitesini yitirdiğinde diğer suşlar çalışmaya devam ederek fermentasyonun normal yürümesini sağlamaktadırlar. Bir suşun baskın duruma geçme ihtimalinin olması ise bu starter grubunun dezavantajıdır (Budak vd., 2018; Gobbetti vd., 2018a).

Tanımlanmamış MSS kültürleri, çeşitli mezofilik ve termofilik LAB suşlarının karışımlarından oluşmakta olup suş oranları farklılık göstermektedir. Bu starter çeşidinde yer alan suşların; beslenme gereksinimlerindeki farklılıklar, optimal büyüme koşulları ve mikrobiyel popülasyonlarının büyüme hızlarındaki farklılıklar nedeniyle peynir üretiminde göstereceği özellikler tamamen öngörülebilir değildir (Smid ve Lacroix, 2013; Sulieman, 2017). Bu nedenle çeşitli ülkelerde gerek suşların sayısını azaltmak ve gerekse de bileşimi ve aktivitesi tanımlanmış kültürleri oluşturmak için yoğun çaba harcanmıştır. Endüstriyel üretime geçiş ile standart kalitede ürün almak için stabil ve öngörülebilir sonuçlar veren starter kültürler olan talebin artması tanımlanmış MSS kültürlerin üretilmesine neden olmuştur (Bassi vd., 2015; Bintsis ve Papademas, 2018).

Tanımlanmamış MSS kültürler içerisinde bakteriler ile birlikte bazı küfler ve mayalarda yer alabilmektedir. Bu mikroflora, üretilen üründe farklı biyokimyasal değişimler meydana getirir. Bu değişimler ise son üründe farklı tat ve aroma gibi özelliklerin gelişmesine neden olmaktadır (Altieri, 2017). Bu nedenle günümüzde Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Provolone, Mozzarella, Caciocavallo, Silano gibi bazı geleneksel/artizanal peynirlerin üretiminde geleneksel yöntem ile (back-slopping) hazırlanan tanımlanmamış MSS kültürleri hâlâ kullanılmaktadır (Parente vd., 2016). Tanımlanmış ve tanımlanmamış MSS kültürleri arasındaki en önemli fark bu kültür çeşitlerinin bakteriyofaj saldırısına karşı olan duyarlılıklarıdır. Genel olarak tanımlanmış starterler, peynir üretimi sırasında tanımlanmamış starterlere göre bakteriyofaj saldırısına karşı daha savunmasızdırlar. Bu özellik, ilginç fonksiyonel özelliklere sahip yeni suşların izolasyonu için bir kaynak işlevi gören karışık suşlu kültürler olan ilgiyi artırmaktadır (Smid vd., 2014; Gobbetti vd., 2018a).

GELİŞME SICAKLIKLARINA GÖRE STARTER KÜLTÜRLER

Mezofilik Starter Kültürler

Birincil starterler, optimum gelişme sıcaklıklarına göre mezofilik starterler ve termofilik starterler

olarak sınıflandırılmaktadır (Yaygın ve Kılıç, 1993). Mezofilik starterler homofermantatif ve heterofermantatif laktokok türlerinden oluşan, yaklaşık 30°C'de optimum gelişerek asit üreten, tek ve çok şıslu kültürlerdir (Rodríguez vd., 2012; Taskila, 2017). Mezofilik starterler çoğunlukla asit üreten *Lac. lactis* subsp. *lactis* ve/veya *Lac. lactis* subsp. *cremoris* türleri ile bazı *Leuconostoc* suşlarını içermektedir. *Lac. lactis* subsp. *lactis* ve/veya *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* ve *Leu. lactis* gibi sitratı kullanabilen aromatik türleri de sıklıkla içerirler. *Lac. lactis* subsp. *cremoris* türü ise diğer mezofilik türlere göre sıcaklığa daha duyarlıdır (Fox vd., 2017b; Blaya vd., 2018). Aromatik suşların temel görevi sitratı metabolize ederek CO₂ ve aroma bileşenlerini üretmektir. Peynir olgunlaşması sırasında açığa çıkan CO₂, bazı peynirlerde göz oluşumuna neden olur. Bu suşlar Gouda, Edam, Cheddar, Camembert ve Beyaz peynir gibi pek çok peynirin üretiminde ve olgunlaştırılmasında kullanılmaktadır (Rodríguez vd., 2012; Kongo, 2013; Parente vd., 2017).

Mezofilik starter kültürler kendi içerisinde tanımlanmış şıslu ve tanımlanmamış şıslu mezofilik starter kültürler (mezofilik MSS) olarak da sınıflandırılmaktadır (Fox vd., 2017b). Mezofilik MSS'ler geleneksel peynirlerin üretiminde kullanılmakta olup çoğunlukla *Lac. lactis*'in alt türlerinden (*Lac. lactis* ssp. *cremoris* ve *Lac. lactis* ssp. *lactis*, *Lac. lactis* ssp. *diacetylactis*) ve %1-10 oranında *Leuconostoc* spp. türlerinden oluşturmaktadır (Frantzen vd., 2017; Carminati vd., 2018). *Leuconostoc* popülasyonunun starter içerisindeki oranı, nihai ürünün özelliklerini ve kalitesini etkilemektedir. *Lac. lactis* ssp. *cremoris* ve *Lac. lactis* ssp. *lactis* asit üretiminden sorumlu iken *Lac. lactis* ssp. *diacetylactis* ve *Leuconostoc* spp. sitratı metabolize ederek (diasetil, asetoin ve CO₂) peynirde aroma ve tekstür oluşumuna katkı sağlamaktadır (Frantzen vd., 2017). Bu özellikleri nedeniyle Gouda, Tilsitter gibi yarı sert peynirler ile Camembert gibi bazı yumuşak peynirlerin üretiminde tercih edilirler (Şatana, 2018). Tanımlanmış mezofilik starter kültürler ise genellikle *Lac. lactis* ssp. *cremoris*'in faj dirençli suşlarından (2-6) oluşmaktadır ve günümüzde çoğu Cheddar peynirinin üretiminde kullanılmaktadır. Bazen de Cheddar peynirinin

üretiminde mezofilik ve termofilik türlerin hem tanımlanmış hem de tanımlanmamış suşları birlikte kullanılabilir (Bottari vd., 2013; Fox vd., 2017b).

Termofilik Starter Kültürler

Termofilik starter kültürler mezofiliklere göre daha yüksek sıcaklıklarda (~42°C) gelişen ve laktik asit üreten kültürlerdir (Fox vd., 2017b). Termofilik starterler *Str. thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb. casei* ve *Lb. plantarum* gibi türleri içermektedir. Bu starter tipi telemesi haşlanan Grana, Pecorino, Mozzarella gibi İtalyan tipi peynirler ile Emmental, Sbrinz, Gruyère gibi İsviçre tipi sert ve yarı sert peynirlerin üretiminde kullanılmaktadır (Moser vd., 2017; Blaya vd., 2018; Bioprox, 2019).

Tanımlanmamış termofilik MSS kültürleri *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii*, *Str. thermophilus*, *Lb. fermentum* gibi türlerden oluşmaktadır. Genellikle İtalyan ve İsviçre tipi peynirlerin üretiminde kullanılırlar ve bu peynirlerin çoğu PDO etiketine sahiptir (Parente vd., 2016; 2017). Ülkemizde ise geleneksel olarak üretilen Kaşar peynirinin mikroflorası tanımlanmamış termofilik MSS oluşturmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Sert ve yarı sert peynirlerin endüstriyel ölçekteki üretiminde ise *Str. thermophilus* ve *Lb. helveticus*'u içeren tanımlanmış MSS kültürleri kullanılmaktadır (Gobbetti ve Di Cagno, 2017). Özellikle *Lb. helveticus* İsviçre tipi peynirler ve uzun süre olgunlaştırılan İtalyan peynirleri için oldukça önemli bir starterdir. Ayrıca Cheddar peynirlerinde, protein parçalanmasını hızlandırmak ve peynir olgunlaşması sırasında lezzet gelişimini arttırmak için de termofilik kültürlerden faydalanılmaktadır (Stefanovic vd., 2017).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Şehriban Oğuz'un Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen FDK-2019-7684 No'lu doktora tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akan, E., Yerlikaya, O., Akpınar, A., Kınık, Ö., Uysal, H. R. (2016). Çiğ Süt Peynirlerinin Mikrobiyolojik Açından Yararları ve Yol Açtığı Riskler. Türkiye 12. Gıda Kongresi, 05-07 Ekim 2016, Edirne, Türkiye, 99 s.
- Albayrak, Ç. B., (2017). Antifungal Aktivite Üreten Laktik Asit Bakterileri. *ADÜ Ziraat Derg.*, 14(1): 79-85. Doi: 10.25308/aduziraat.295740.
- Altieri, C., Ciuffreda, E., Di Maggio, B., Sinigaglia, M. (2017). Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures. In: *Starter Cultures in Food Production*, Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 1-15.
- Anonymous (2015). Türk Gıda Kodeksi. Peynir Tebliği (2015/6). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 8 Şubat 2015 tarih ve 29261 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonymous (2017a). History of Cheese. www.idfa.org/news-views/media-kits/cheese/history-of-cheese (Accessed: 15/07/2017).
- Anonymous (2018a). Find over 1800 Specialty Cheeses from 74 Countries in The World's Greatest Cheese Resource. www.cheese.com (Accessed: 15/06/2018).
- Anonymous (2019a). Cultures and Starter Manufacture. <https://dairyprocessinghandbook.com/chapter/cultures-and-starter-manufacture> (Accessed: 17/04/2019).
- Anonymous (2019b). Liyofilize Ürünlerin Validasyonu. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/70524/mod_resource/content/0/15.hafta.pdf (Erişim Tarihi: 06/06/2019).
- Bachmann, H., Pronk, J. T., Kleerebezem, M., Teusink, B. (2015). Evolutionary Engineering to Enhance Starter Culture Performance in Food Fermentations. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 32: 1-7. Doi: /10.1016/j.copbio.2014.09.003.
- Banjara, N., Suhr, M. J., Hallen-Adams, H. E. (2015). Diversity of Yeast and Mold Species from A Variety of Cheese Types. *Curr. Microbiol.*, 70(6): 792-800. Doi: 10.1007/s00284-015-0790-1.
- Bassi, D., Puglisi, E., Cocconcelli, P. S. (2015). Comparing Natural and Selected Starter Cultures in Meat and Cheese Fermentations. *Curr. Opin. Food Sci.*, 2: 118-122. Doi: 10.1016/j.cofs.2015.03.002.
- Bintsis, T. (2018). Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures: An Update in Their Metabolism and Genetics. *AIMS Microbiol.*, 4(4): 665-684. Doi: 10.3934/microbiol.2018.4.665.
- Bintsis, T., Papademas, P. (2018). An Overview of The Cheesemaking Process. In: *Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics*, Papademas, P., Bintsis, T. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 120-156.
- Bioprox (2019). Cheesemaking Technologies. www.bioprox.com/en/products/cheesemaking-technologies/ (Accessed: 30/04/2019).
- Blaya, J., Barzideh, Z., LaPointe, G. (2018). Interaction of Starter Cultures and Nonstarter Lactic Acid Bacteria in The Cheese Environment. *J. Dairy Sci.*, 101: 1-19. Doi: 10.3168/jds.2017-13345.
- Bottari, B., Agrimonti, C., Gatti, M., Neviani, E., Marmiroli, N. (2013). Development of A Multiplex Real Time PCR to Detect Thermophilic Lactic Acid Bacteria in Natural Whey Starters. *Int. J. Food Microbiol.*, 160(3): 290-297. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.10.011.
- Budak, Ş. Ö., Koçak, C., Bron, P. A., De Vries, R. P. (2018). Role of Microbial Cultures and Enzymes During Cheese Production and Ripening. In: *Microbial Cultures and Enzymes in Dairy Technology*, IGI Global, the USA, pp. 182-203.
- Carminati, D., Giraffa, G., Zago, M., Marcó, M. B., Guglielmotti, D., Binetti, A. (2016). Lactic Acid Bacteria for Dairy Fermentations: Specialized Starter Cultures to Improve Dairy Products. In: *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria. Novel Applications*, Mozzi F., Raya, R. R., Vignolo, G. M. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 191-208.

- Castro, R. D., Oliveira, L. G., Sant'Anna, F. M., Luiz, L. M. P., Sandes, S. H. C., Silva, C. I. F., Silva, A. M., Nunes, A. C., Penna, C. F. A. M., Souza, M. R. (2016). Lactic Acid Microbiota Identification in Water, Raw Milk, Endogenous Starter Culture, and Fresh Minas Artisanal Cheese from The Campo Das Vertentes Region of Brazil During The Dry and Rainy Seasons. *J. Dairy Sci.*, 99(8): 6086-6096. Doi: 10.3168/jds.2015-10579.
- Cheng, L., Marinelli, L. J., Grosset, N., Fitz-Gibbon, S. T., Bowman, C. A., Dang, B. Q., Russell, D. A., Jacobs-Sera, D., Shi, B., Pellegrini, M., Miller, J. F., Gautier, M., Hatfull, G. F., Modlin, R. L. (2018). Complete Genomic Sequences of *Propionibacterium Freudenreichii* Phages from Swiss Cheese Reveal Greater Diversity than *Cutibacterium* (formerly *Propionibacterium*) Acnes Phages. *BMC Microbiol.*, 18(1): 19. Doi: 10.1186/s12866-018-1159-y.
- Chr. Hansen (2019). The Start of The Starter Cultures. www.chr-hansen.com/en/about-us/history#15 (Accessed: 17/05/2019).
- Coloretti, F., Chiavari, C., Luise, D., Tofalo, R., Fasoli, G., Suzzi, G., Grazia, L. (2017). Detection and Identification of Yeasts in Natural Whey Starter for Parmigiano Reggiano Cheese-making. *Int. Dairy J.*, 66: 13-17. Doi: 10.1016/j.idairyj.2016.10.013.
- Conte, A., Lacivita, V., Esposito, D., Saccotelli, M. A., A Del Nobile, M. (2014). Patents on The Advances in Dairy Industry. *Recent Patents on Engineering*, 8(1): 41-49.
- Corbo, M. R., Racioppo, A., Monacis, N., Speranza, B. (2017). Commercial Starters or Autochthonous Strains? That is the question. In: *Starter Cultures in Food Production* (1st Edition), Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 174-198.
- Coulibaly, I., Kouassi, Kouassi, E. K., N'guessan, E., Destain, J., Béra, F., Thonart, P., (2018). Lyophilization (Drying Method) Cause Serious Damages to the Cell Viability of Lactic Acid Bacteria. *Annul. Res. Rev. Biol.*, 24(4): 1-15. Doi: 10.9734/ARRB/2018/39265.
- Cotter, P. D., Beresford, T. P. (2017). Microbiome Changes During Ripening. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 389-409.
- Cuffia, F., Bergamini, C. V., Wolf, I. V., Hynes, E. R., Perotti, M. C. (2019). Influence of The Culture Preparation and The Addition of An Adjunct Culture on The Ripening Profiles of Hard Cheese. *J. Dairy Res.*, 86(1): 120-128.
- de LeBlanc, A. D. M., Luerce, T. D., Miyoshi, A., Azevedo, V., LeBlanc, J. G. (2018). Functional Food Biotechnology: The Use of Native and Genetically Engineered Lactic Acid Bacteria. In: *Omics Technologies and Bio-Engineering Towards Improving Quality of Life*, Volume 2, Academic Press, London, pp. 105-128.
- de Melo Carvalho, T. (2018). Consistent Scale-Up of The Freeze-Drying Process, Doctoral Dissertation, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Denmark, 135 p.
- Demirgöl, F., Sağdıç, O. (2017). Laktik Starter Kültür Üretim Teknolojisi. *EJOSAT*, 7: 27-37.
- Dolci, P., Cocolin, L. S. (2017). Starter Strains and Adjunct Non-Starter Lactic Acid Bacteria (NSLAB) in Dairy Products. In: *Microbiology in Dairy Processing: Challenges and Opportunities* (1st Edition), Poltronieri, P. (Ed.), John Wiley & Sons Ltd and The Institute of Food Technologists, West Sussex, UK, pp. 177-189.
- Domingos-Lopes, M. F. P., Stanton, C., Ross, P. R., Dapkevicius, M. L. E., Silva, C. C. G. (2017). Genetic Diversity, Safety and Technological Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Artisanal Pico Cheese. *Food Microbiol.*, 63: 178-190. Doi: 10.1016/j.fm.2016.11.014.
- Elmalı, G., Uylaşer, V. (2012). Geleneksel Gıdalarda Çeçil Peynirinin Üretimi ve Özellikleri. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 26(1): 83-92.
- Engels, W., Dusterhoft, E. M., Huppertz, T. (2017). Starter Cultures for Cheese Manufacture. In: *Reference Module in Food Science*, Elsevier, New York, the USA, pp. 1-4.

- Eroğlu, E., Özcan, T. (2018). Sütün Enzimatik Koagülasyonu ve Peynir Üretiminde Bitkisel Pıhtılaştırıcılar. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32(2): 201-214.
- Ertürkmen, P. (2014). Beyaz Peynir Üretimi için Starter Kültür İzolasyonu ve Bu Kültürlerin Peynirin Özellikleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Türkiye, 107 s.
- Fellows, P. J. (2017). Freeze Drying and Freeze Concentration. In: *Food Processing Technology*, Woodhead Publishing, Duxford, UK, pp. 929-945.
- Fernández, M., Hudson, J. A., Korpela, R., de los Reyes-Gavilán, C. G. (2015). Impact on Human Health of Microorganisms Present in Fermented Dairy Products: An Overview. *Bio. Med. Res. Int.*, 1-13. Doi: 10.1155/2015/412714.
- Ferreira, A. A. (2016). Biodiversity of Lactic Acid Bacteria and Preserving by Freeze and Spray Drying of *Lactobacillus plantarum* from Marajó Cheese. Master Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brazil.
- Foerst, P., Santivarangkna, C. (2015). Advances in Starter Culture Technology: Focus on Drying Processes. In: *Advances in Fermented Foods and Beverages*, Holzappel, W. (Ed.), Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp. 249-270.
- Fonseca, F., Cenard, S., Passot, S. (2015). Freeze-drying of Lactic Acid Bacteria. In: *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*, Walker, J. M., Oldenhof, H. (Eds.), Springer, New York, the USA, pp. 477-488.
- Fox, P. F., Cogan, T. M., Guinee, T. P. (2017b). Factors That Affect the Quality of Cheese. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P., Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 617-641.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2017a). *Fundamentals of Cheese Science*. 2nd Edition, Springer, New York, 799 p. ISBN: 978-1-4899-7679-6.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (2017). Overview of Cheese Manufacture. In: *Fundamentals of Cheese Science* (2nd Edition), Springer, New York, pp. 11-25.
- Frantzen, C. A., Kot, W., Pedersen, T. B., Ardö, Y. M., Broadbent, J. R., Neve, H., Hansen, L. H., Bello F. D., Østlie, H. M., Kleppen, H. P., Vogensen, F. K., Holo, H. (2017). Genomic Characterization of Dairy Associated *Leuconostoc* species and Diversity of *Leuconostocs* in Undefined Mixed Mesophilic Starter Cultures. *Front Microbiol.*, 8: 132. Doi: 10.3389/fmicb.2017.00132.
- Fröhlich-Wyder, M. T., Arias-Roth, E., Jakob, E. (2019). Cheese Yeasts. *Yeasts*, 36(3): 129-141. Doi: 10.1002/yea.3368.
- Gagnaire, V., Jardin, J., Rabah, H., Briard-Bion, V., Jan, G. (2015). Emmental Cheese Environment Enhances *Propionibacterium freudenreichii* Stress Tolerance. *PLoS One*, 10(8): e0135780. Doi: 10.1371/journal.pone.0135780.
- Gatti, M., Bottari, B., Lazzi, C., Neviani, E., Mucchetti, G. (2014). Invited Review: Microbial Evolution in Raw-Milk, Long-Ripened Cheeses Produced Using Undefined Natural Whey Starters. *J. Dairy Sci.*, 97: 1-19. Doi: 10.3168/jds.2013-7187.
- Giraffa, G., Zago, M., Carminati, D. (2018). Lactic Acid Bacteria Bacteriophages in Dairy Products: Problems and Solutions. In: *Microbiology in Dairy Processing*, John Wiley & Sons Ltd and The Institute of Food Technologists, West Sussex, UK, pp. 233-250.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Mancini, L., Fox, P. F. (2015). Pros and Cons for Using Non-starter Lactic Acid Bacteria (NSLAB) As Secondary/Adjunct Starters for Cheese Ripening. *Trends Food Sci. Technol.*, 45(2): 167-178. Doi: 10.1016/j.tifs.2015.07.016.
- Gobbetti, M., Di Cagno, R. (2017). Extra-hard varieties. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P., Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 809-828.

- Gobbetti, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Neviani, E., Fox, P.F., De Angelis, M. (2018a). Drivers That Establish and Assembly The Lactic Acid Bacteria Biota in Cheeses, *Trends Food Sci. Technol.*, 78: 244-254. Doi: 10.1016/j.tifs.2018.06.010.
- Gobbetti, M., Neviani, E., Fox, P. (2018b). *The Cheeses of Italy: Science and Technology*. 1st Edition, Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 288 p. ISBN: 978-3-319-89854-4.
- Gong, P., Zhang, L., Han, X., Shigwedha, N., Song, W., Yi, H., Du, M., Cao, C. (2014). Injury Mechanisms of Lactic Acid Bacteria Starter Cultures During Spray Drying: A Review. *Dry. Technol.*, 32(7): 793-800. Doi: 10.1080/07373937.2013.860458.
- Guidone, A., Ricciardi, A., Romaniello, A., Bonomo, M. G., Morone, G., Zotta, T., Parente, E. (2016). Microbial Changes of Natural Milk Cultures for Mozzarella Cheese During Repeated Propagation Cycles. *LWT-Food Sci. Technol.*, 65: 572-579. Doi: 10.1016/j.lwt.2015.08.031.
- Gürsoy, A., Türkmen, N. (2018). Adjunct Cultures in Cheese Technology. In: *Microbial Cultures and Enzymes in Dairy Technology*, IGI Global, Hershey PA, the USA, pp. 234-256.
- Halkman, A. K., Taşkın, Y. (2001). Süt Ürünleri Endüstrisinde Starter Kültür. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 10: 13-18.
- Hansen, E. B. (2014). Starter Cultures: Uses in the Food Industry. In: *Encyclopedia of Food Microbiology* (2nd Edition), Batt, C. A., Tortorello, M. L. (Chief Eds.), Volume 3, Academic Press, Amsterdam, 529-534 p. ISBN: 9780123847331.
- Hayaloğlu, A., Özer, B. (2011). *Peynir Biliminin Temelleri*. Sidas Medya, İzmir, Türkiye, 643 s. ISBN: 0310182863.
- Hayaloğlu, A. A. (2016). Cheese: Microbiology of Cheese. In: *Reference Module in Food Sciences*. Elsevier, New York, the USA, pp. 1–11. Doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00675-2.
- Hatti-Kaul, R., Chen, L., Dishisha, T., Enshasy, H. E. (2018). Lactic Acid Bacteria: From Starter Cultures to Producers of Chemicals. *FEMS Microbiol. Lett.*, 365(20): fny 213. Doi: 10.1093/femsle/fny213.
- Hayek, S. A., İbrahim, S. A. (2013). Current Limitations and Challenges with Lactic Acid Bacteria: A Review. *Food Nutr. Sci.*, 4(11): 73-87. Doi: 10.4236/fns.2013.411A010.
- Høier, E., Janzen, T., Rattray, F., Sørensen, K., Børsting, M. W., Brockmann, E., Johansen, E. (2010). The Production, Application and Action of Lactic Cheese Starter Cultures. In: *Technology of Cheesemaking* (2nd Edition), Law, A. B., Tamime, A. Y. (Eds.), Blackwell Publishing, the UK, pp. 166-189.
- Irlinger, F., Layec, S., Helinck, S., Dugat-Bony, E. (2015). Cheese Rind Microbial Communities: Diversity, Composition and Origin. *FEMS Microbiol Lett*, 362: 1-11. Doi: 10.1093/femsle/fnu015.
- Irlinger, F., Helinck, S., Jany, J. L. (2017). Secondary and Adjunct Cultures. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 273-300.
- İrkin, R. (2017). Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Beyaz Peynirlerdeki Starter Kültür Bakterilerinin Canlılıklarına Etkisi. *Akademik Gıda*, 15(3): 308-314. Doi: 10.24323/akademik-gida.345276.
- Johansen, P., Vindeløv, J., Arneborg, N., Brockmann, E. (2014). Development of Quantitative PCR and Metagenomics-Based Approaches for Strain Quantification of A Defined Mixed-Strain Starter Culture. *Syst. Appl. Microbiol.*, 37(3): 186-193. Doi: 10.1016/j.syapm.2013.12.006.
- Johnson, M. E. (2013). Mesophilic and Thermophilic Cultures Used in Traditional Cheesemaking. *Microbiol Spectr.*, 1(1): CM-0004-2012. Doi: 10.1128/microbiolspec.CM-0004-2012.
- Kamber, U. (2015). Traditional Turkey Cheeses and Their Classification. *Van Vet. J.*, 26(3): 161-171.
- Kandasamy, S., Kavitate, D., Shetty, P. H. (2018). Lactic Acid Bacteria and Yeasts as Starter Cultures for Fermented Foods and Their Role in Commercialization of Fermented Foods.

- In: *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries*, Panda S., Shetty P. (Eds.), Springer, Switzerland, pp. 25-52.
- Kara, R., Akkaya, L. (2015). Afyon Tulum Peynirinin Mikrobiyolojik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile Laktik Asit Bakteri Dağılımlarının Belirlenmesi. *Aku J. Sci. Eng.* 15: 1-6. Doi: 10.5578/fmbd.8717.
- Karabıyık, Ş., Erdoğan, S. (2019). Peynir Üretiminde Mikroorganizmaların Rolü ve Önemli Mikroorganizma Grupları. *JRENS*, 1: 35-45.
- Karagül, M. S., Altuntaş, B. (2018) Liyofilizasyon: Genel Proses Değerlendirmesi. *Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg.*, 29(1): 62-69.
- Kelleher, P., Murphy, J., Mahony, J., Van Sinderen, D. (2015). Next-Generation Sequencing as An Approach to Dairy Starter Selection. *Dairy Sci. Technol.*, 95(5): 545-568. Doi: 10.1007/s13594-015-0227-4.
- Kılıç, S., (2010). *Süt mikrobiyolojisi*. Sidas Medya, İzmir, 643.
- Kılıç, S. (2014). *Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Türkiye, s. 451.
- Kırmacı, H. A., Hayaloğlu, A. A., Özer, H. B., Atasoy, A. F., Levent, O. (2015). Effects of Wild-Type Starter Culture (Artisanal Strains) on Volatile Profile of Urfa Cheese Made from Ewe Milk. *Int. J. Food Prop.*, 18(9): 1915-1929. Doi: 10.1080/10942912.2014.942782.
- Kiraz, Ş. (2018). Çorum Yöresinde Üretilen Geleneksel Kargı Tulum Peynirlerinin Bazı Bileşim Özelliklerinin Belirlenmesi. Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çorum, Türkiye, 45 s.
- Klaubauf, S., Segers, F. J. J. (2018). Research Tools and Methods for the Analysis of Microbiota in Dairy Products. In: *Microbial Cultures and Enzymes in Dairy Technology*, IGI Global, Hershey PA, the USA, pp. 23-53.
- Kongo, J. M. (2013). Lactic Acid Bacteria As Starter-Cultures for Cheese Processing: Past, Present and Future Developments. In: *Lactic Acid Bacteria - R&D for Food, Health and Livestock Purposes*, Intech, Rijeka, Croatia, pp. 3-22.
- Ladero, V., Martín, M. C., Redruello, B., Mayo, B., Flórez, A. B., Fernández, M., Alvarez, M. A. (2015). Genetic and Functional Analysis of Biogenic Amine Production Capacity Among Starter and Non-starter Lactic Acid Bacteria Isolated from Artisanal Cheeses. *Eur. Food Res. Technol.*, 241(3): 377-383. Doi: 10.1007/s00217-015-2469-z.
- Levante, A., De Filippis, F., La Stora, A., Gatti, M., Neviani, E., Ercolini, D., Lazzi, C. (2017). Metabolic Gene-Targeted Monitoring of Non-Starter Lactic Acid Bacteria During Cheese Ripening. *Int. J. Food Microbiol.*, 257: 276-284. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.002.
- Linares, D. M., Gomez, C., Renes, E., Fresno, J. M., Tornadajo, M. E., Ross, R. P., Stanton, C. (2017). Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria with Potential to Design Natural Biofunctional Health-Promoting Dairy Foods. *Front. Microbiol.*, 8: 1-11 (Article 846). Doi: 10.3389/fmicb.2017.00846.
- Majcher, M. A., Myszka, K., Gracka, A., Grygier, A., Jeleń, H. H. (2017). Key Odorants of Lazur, a Polish Mold-Ripened Cheese. *J. Agr. Food Chem.*, 66(10): 2443-2448. Doi: 10.1021/acs.jafc.6b04911.
- Majhenič, A. Č., Matijašić, B. B., Trmčić, A., & Rogelj, I. (2014). Tailor-Made Starter Cultures for Preserving the Uniqueness of Traditional Cheeses. In: *Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods*, Vittal, R. R., Aswathanarayan, J. B. (Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, the USA, pp. 34-53.
- Malo, P. M., Urquhart, E. A. (2016). Fermented Foods: Use of Starter Cultures. In: *Encyclopedia of Food and Health*, Caballero, B., Finglas, Paul M., Toldrá, F. (Eds.), Academic Press, Waltham MA, the USA, pp. 681-685.
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., Hutkins, R. (2017). Health Benefits of Fermented Foods: Microbiota and Beyond. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 44: 94-102. Doi: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.

- Metin, M. (2014). *Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, Türkiye, s. 802. ISBN: 978-975-483-279-2.
- Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmaures, N., Berthier, F. (2014). Traditional Cheeses: Rich and Diverse Microbiota with Associated Benefits. *Int. J. Food Microbiol.*, 177: 136-154. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019.
- Moser, A., Berthoud, H., Eugster, E., Meile, L., Irmeler, S. (2017). Detection and Enumeration of *Lactobacillus helveticus* in Dairy Products. *Int. Dairy J.*, 68: 52-59. Doi: 10.1016/j.idairyj.2016.12.007.
- Mullan, W. M. A. (2017). Microbiology of Starter Cultures. <https://www.dairyscience.info/index.php/cheese-starters/49-cheese-starters.html> (Accessed: 10 June, 2019).
- Nasrollahi, S., Nasrollahi, A., Esmacili, P., Kaviani, M., Shariati, M. A. (2016). A Short Review on Cheese Starters Cultures. *Int. J. Pharm. Res. Allied Sci.*, 5(1): 18-20.
- Ojala, T., Laine, P. K., Ahlroos, T., Tanskanen, J., Pitkänen, S., Salusjärvi, T., Kankainen, M., Tynkkynen, S., Paulin, L., Auvinen, P. (2017). Functional Genomics Provides Insights into The Role of *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *sbermanii* JS in Cheese Ripening. *Int. J. Food Microbiol.*, 241: 39-48. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.022.
- O'Sullivan, O., Cotter, P. D. (2017). Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 301-316.
- Özer, E., Kesenkaş, H. (2012). Propiyonik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Tanımlanması. *Akademik Gıda*, 10(1): 92-96.
- Öztürk, S., Çakır, İ. (2015). Mikroorganizma Kültürlerinin Korunmasında Kullanılan Kurutma Yöntemleri. *Akademik Gıda*, 13(1): 94-100.
- Öztürkcan, A., Acar, S. (2017). Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme. *IGUSABDER*, 1: 1-17.
- Panthen, R. R., Jordan, K. N., Kelly, A. L., Sheehan, J. D. (2017). Selection and Treatment of Milk for Cheesemaking. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 23-50.
- Parente, E., Cogan, T. M., Powell, I. B. (2017). Starter Cultures: General Aspects. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th Edition), McSweeney, P., Fox, P., Cotter, P. Everett, D. (Eds.), Volume 1, Academic Press, the UK, pp. 201-226.
- Parente, E., Guidone, A., Matera, A., De Filippis, F., Mauriello, G., Ricciardi, A. (2016). Microbial Community Dynamics in Thermophilic Undefined Milk Starter Cultures. *Int. J. Food Microbiol.*, 217: 59-67. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2015.10.014.
- Peighambardoust, S. H., Tafti, A. G., Hesari, J. (2011). Application of Spray Drying for Preservation of Lactic Acid Starter Cultures: A Review. *Trends Food Sci. Technol.*, 22(5): 215-224. Doi: 10.1016/j.tifs.2011.01.009.
- Picon, A. (2018). Cheese Microbial Ecology and Safety. In: *Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics*, Papademas, P., Bintsis, T. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 71-99.
- Pogačić, T., Mancini, A., Santarelli, M., Bottari, B., Lazzi, C., Neviani, E., 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(2): 207-215. Doi: 10.1016/j.fm.2013.05.009.
- Polo, L., Mañes-Lázaro, R., Olmeda, I., Cruz-Pio, L. E., Medina, Á., Ferrer, S., Pardo, I. (2017). Influence of Freezing Temperatures Prior to Freze-drying on Viability of Yeasts and Lactic Acid Bacteria Isolated from Wine. *J. Appl. Microbiol.*, 122(6): 1603-1614. Doi: 10.1111/jam.13465.
- Pophaly, S. D., Chauhan, M., Lule, V., Sarang, P., Tarak, J., Thakur, K., Tomar, S. K. (2018). Functional Starter Cultures for Fermented Dairy

- Products. In: *Microbial Cultures and Enzymes in Dairy Technology*, IGI Global, the USA, pp. 54-68.
- Puniya, A. K., Kumar, S., Puniya, M., Malik, R. (2016). Fermented Milk and Dairy Products: An Overview. In: *Fermented Milk and Dairy Products*, Puniya, A. K. (Ed.), CRC Press, Boca Raton, FL, the USA, pp. 3-24.
- Quigley, L., O'sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Cotter, P. D. (2013). The Complex Microbiota of Raw Milk. *FEMS Microbiol. Rev.*, 37(5): 664-698. Doi: 10.1111/1574-6976.12030.
- Rakhmanova, A., Khan, Z. A., Shah, K. (2018). A Mini Review Fermentation and Preservation: Role of Lactic Acid Bacteria. *MOJ Food Process Technol.*, 6(5): 414-417.
- Rama, G. R., Kuhn, D., Beux, S., Maciel, M. J., de Souza, C. F. V. (2019). Potential Applications of Dairy Whey for The Production of Lactic Acid Bacteria Cultures. *Int. Dairy J.*, (in press). Doi: 10.1016/j.idairyj.2019.06.012.
- Rašović, M. (2017). Potential of Indigenous Lactobacilli As Starter Culture in Dairy Products. *APTEFF*, 48: 39-52. Doi: 10.2298/APT1748039B.
- Raus-Madiedo, P., Rodríguez, A. (2017). Non-starter Bacteria 'Functional' Culture. In: *Starter Cultures in Food Production*, Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 64-78.
- Riquelme, C., Câmara, S., Maria de Lurdes, N., Vinuesa, P., da Silva, C. C. G., Malcata, F. X., Rego, O. A. (2015). Characterization of The Bacterial Biodiversity in Pico Cheese (An Artisanal Azorean Food). *Int. J. Food Microbiol.*, 192: 86-94. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.031.
- Rodríguez, A., Martínez, B., Suárez, J. E. (2012). Dairy Starter Cultures. In: *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology* (2nd Edition), Hui, Y. H. (Chief Ed.), CRC Press, Boca Raton, FL, the USA, pp. 31-48.
- Sancak, H., İşleyici, Ö., Tuncay, R. M., Sancak, Y. C. (2018). Geleneksel Olarak Üretilen Bitlis Tulum Peyniri ve Kimyasal Kalite Nitelikleri. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2): 380-389.
- Sgarbi, E., Bottari, B., Gatti, M., Neviani, E. (2014). Investigation of The Ability of Dairy Nonstarter Lactic Acid Bacteria to Grow Using Cell Lysates of Other Lactic Acid Bacteria as The Exclusive Source of Nutrients. *Int. J. Dairy Technol.*, 67(3): 342-347. Doi: 0.1111/1471-0307.12132.
- Sharma, S. K., Kumar, R., Vaishnav, A., Sharma, P. K., Singh, U. B., Sharma, A. K. (2017). Microbial Cultures: Maintenance, Preservation and Registration. In: *Modern Tools and Techniques to Understand Microbes*, Varma, A., Sharma, A. K. (Eds), Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 335-367.
- Smid, E. J., Erkuş, O., Spus, M., Wolkers-Rooijackers, J. C.M., Alexeeva, S., Kleerebezem, M. (2014). Functional Implications of The Microbial Community Structure of Undefined Mesophilic Starter Cultures. *Microb. Cell Fact.*, 13(Suppl 1):S2. Doi: 10.1186/1475-2859-13-S1-S2.
- Smid, E. J., Lacroix, C. (2013). Microbe-microbe Interactions in Mixed Culture Food Fermentations. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 24(2): 148-154. Doi: 10.1016/j.copbio.2012.11.007.
- Soran, G. Ş. (2018). Geleneksel Peynirlerin Üretimine Uygun Doğal Starter Kültürlerin Üretimi ile Bu Kültürlerin Laktik Asit Bakteri Floralarının Tanımlanması ve Karakterizasyonu. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 106 s.
- Soran, G. Ş., Çelik, Ş. (2018). Telemesi Haşlanan Geleneksel Peynirlerimizin Üretimine Uygun Doğal Starter Kültür Geliştirilmesi. *HU. Müh. Derg.*, 3(1): 15-19.
- Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M. (Eds.). (2017). *Starter Cultures in Food Production*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, 421 p.
- Spus, M., Li, M., Alexeeva, S., Wolkers-Rooijackers, J. C. M., Zwietering, M. H., Abee, T.,

- Smid, E. J. (2015). Strain Diversity and Phage Resistance in Complex Dairy Starter Cultures. *J. Dairy Sci.*, 98(8): 5173-5182. Doi: 10.3168/jds.2015-9535.
- Suliman, A. M., (2017). *Microbial Starter Cultures*. Lap Lambert Academic Publishing, Beau Bassin, Mauritius, 180 p. ISBN: 978-620-2-05961-9.
- Surono, S., Hosono, A. (2011). Fermented Milks | Starter Cultures. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2nd Edition), Fuquay, J. W., Fox, P. F., McSweeney P. L. H. (Eds.), Volume 2, Academic Press, San Diego, the USA, pp. 477-482.
- Stefanovic, E., Fitzgerald, G., McAuliffe, O. (2017). Advances in The Genomics and Metabolomics of Dairy Lactobacilli: A Review. *Food Microbiol.*, 61: 33-49. Doi: 10.1016/j.fm.2016.08.009.
- Şatana, E. (2018). Preparation, Production and Industrial Application of Cheese Protective Cultures. İzmir Institute of Technology, the Graduate School of Engineering and Sciences, Doctoral Dissertaion, İzmir, Turkey, 166 p.
- Şimşek, Ö., Gürsoy, O., Dalca, S. H., Yılmaz, Y. (2016). Laktik Asit Bakterilerinde Otoliz ve Peynir Teknolojisindeki Önemi. *Akademik Gıda*, 14(3): 293-301.
- Tanimomo, J., Delcenserie, V., Taminiau, B., Daube, G., Saint-Hubert, C., Durieux, A. (2016). Growth and Freeze-Drying Optimization of *Bifidobacterium crudilactis*. *Food Nutr. Sci.*, 7: 616-626. Doi: 10.4236/fns.2016.77063.
- Taskila, S. (2017). Industrial Production of Starter Cultures. *Starter Cultures in Food Production*. In: *Starter Cultures in Food Production*, Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M. (Eds.), John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp.79-100.
- Tetra Pak (2019). Spray Dryers for Dairy Products . <https://www.tetrapak.com/processing/spray-drying> (Accessed: 14/05/2019).
- Topuk, Ş., Sezer, Ç. (2015). Kars Gravyer Peynirlerinin Bazı Kalite Özellikleri. *Gıda*, 40(2): 69-75. Doi: 10.15237/gıda.GD14053.
- Tunail, N., Köşker, Ö. (1989). *Süt Mikrobiyolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 138 s.
- Tunail, N. (2009). *Mikrobiyoloji*. Palme Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 448 s. ISBN: 6056036200.
- Vandera, E., Kakouri, A., Koukkou, A. I., Samelis, J. (2019). Major Ecological Shifts within The Dominant Nonstarter Lactic Acid Bacteria in Mature Greek Graviera Cheese As Affected by The Starter Culture Type. *Int. J. Food Microbiol.*, 290: 15-26. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.014.
- Vázquez-Velázquez, R., Salvador-Figueroa, M., Adriano-Anaya, L., DeGyves-Córdova, G., Vázquez-Ovando, A. (2018). Use of Starter Culture of Native Lactic Acid Bacteria for Producing an Artisanal Mexican Cheese Safe and Sensory Acceptable. *CYTA-J. Food*, 16(1): 460-468. Doi: 10.1080/19476337.2017.1420694.
- Widyastuti, Y., Febrisiantosa, A. (2014). The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation. *Food Nutr. Sci.*, 5(4): 435-442. Doi: /10.4236/fns.2014.54051.
- Yalçın, S. K., Ergül, Ş. Ş., Özbaş, Z. Y. (2011). Peynir Mikroflorasındaki Mayaların Önemi. *Gıda*, 36(1): 55-62.
- Yaygın, H., Kılıç, S. (1993). *Süt Endüstrisinde Saf Kültür*. Altındağ Matbaacılık, İzmir, Türkiye, 108 s.
- Yerlikaya, O., (2014). Laktik Asit Bakterilerinin Tanılanmasında Kullanılan Başlıca Fenotipik ve Moleküler Yöntemler. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 14: 8-22.
- Yunita, D., Dodd, C. E. (2018). Microbial Community Dynamics of A Blue-veined Raw Milk Cheese from The United Kingdom. *J. Dairy Sci.*, 101(6): 4923-4935. Doi: 10.3168/jds.2017-14104.
- Yüce, S. (2017). Peynir ve Yoğurtlardan İzole Edilmiş Olan Laktik Asit Bakterilerinin Bazı Teknolojik Özelliklerinin Araştırılması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Burdur, Türkiye, 89 s.

Yüce, S., Tahtacı, S., Kılıç, G. B. (2017). Halofilik Laktik Asit Bakterilerinin Ürettiği Hidrolitik Enzimler. *Gıda*, 42(3): 242-251. Doi: 10.15237/gida.GD16088.

Zago, M., Orrù, L., Rossetti, L., Lamontanara, A., Fornasari, M. E., Bonvini, B., Meucci, A., Carminati, D., Cattivelli, L., Giraffa, G. (2017).

Survey on The Phage Resistance Mechanisms Displayed by A Dairy *Lactobacillus helveticus* Strain. *Food Microbiol.*, 66: 110-116. Doi: 10.1016/j.fm.2017.04.014.