



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**OTOLİTİK ÖZELLİKLİ *Lactobacillus plantarum* PFC
231'İN KAŞAR PEYNİRİ ÜRETİMİNDE DESTEK
KÜLTÜR OLARAK KULLANIMI VE PEYNİRİN
OLGUNLAŞMA PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Ersin DERE

BURDUR, 2019

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**OTOLİTİK ÖZELLİKLİ *Lactobacillus plantarum* PFC
231'İN KAŞAR PEYNİRİ ÜRETİMİNDE DESTEK
KÜLTÜR OLARAK KULLANIMI VE PEYNİRİN
OLGUNLAŞMA PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Ersin DERE

Danışman: Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY
II. Danışman: Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK

BURDUR, 2019

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Ersin DERE tarafından Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY ve Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK yönetiminde hazırlanan “Otolitik Özellikli *Lactobacillus plantarum* PFC 231’in Kaşar Peyniri Üretiminde Destek Kültür Olarak Kullanımı ve Peynirin Olgunlaşma Parametrelerine Etkisi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 21/03/2019

Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY

(Danışman)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Gıda Müh. Bölümü.....

Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK

(II. Danışman)

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Bölümü.....

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

(Jüri Üyesi)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Gıda Müh. Bölümü.....

Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

(Jüri Üyesi)

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Bölümü.....

Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY

(Jüri Üyesi)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Biyomühendislik Böl.....

ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun _____ Tarih ve _____ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ

Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Otolitik Özellikli *Lactobacillus plantarum* PFC 231’in Kaşar Peyniri Üretiminde Starter Kültür Olarak Kullanımı ve Peynirin Olgunlaşma Parametrelerine Etkisi**” başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21 /03/ 2019

.....

Ersin DERE

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübeleri ile aşmamda yardımcı olan çok değerli danışmanlarım Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY ve Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen TAGEM-13/AR-GE/11 nolu projenin bir bölümüdür ve ilgili proje kapsamında desteklenmiştir.

Tez çalışmasına olan katkıları nedeniyle saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yusuf YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarım boyunca hiçbir yardımı esirgemeyen Gıda Müh. Kübra KOCATÜRK ve Öğr. Gör. Özge GÖKÇE'ye teşekkür ederim.

Kaşar peyniri üretimlerinin gerçekleştirilmesindeki katkı ve destekleri nedeniyle Zerenler Süt Ürünleri Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. (Bucak, Burdur) sahibi Ali ZEREN ile firma üretim bölümü personeli Ender EVİRGEN, Mehmet ÇAKIR, Hüseyin BARAN ve Mehmet Hüseyin YÜCE'ye teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mart, 2019

Ersin DERE

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Laktik Asit Bakterileri	4
2.2. Bakterilerde Hücre Duvarı Yapısı ve Otoliz.....	5
2.3. Peynir Olgunlaşması ve Otoliz	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Otolitik Laktik Asit Bakterisi	20
3.2. Kültür Aktivasyonu.....	20
3.3. Kaşar Peyniri Üretimi	20
3.4. Peynire İşlenecek Sütte Yapılan Analizler	21
3.5. Peynir Örnekleri İçin Kimyasal Analiz Metotları.....	21
3.6. Peynirlerde Toplam Serbest Yağ Asitleri Değerinin Belirlenmesi.....	22
3.7. Yağ Asitleri Kompozisyonun Belirlenmesi	23
3.8. Lezzet Bileşikleri (Uçucu Bileşen) Analizi	24
3.9. Peynirlerin Mikrobiyolojik Analizi	24
3.10. Duyusal Analiz	25
3.11. İstatistiksel Analiz.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
5. SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR.....	42
EKLER	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Peptidoglikan yapısına katılan N-asetilglukozamin (NAG) ve N-asetilmuramik asidin (NAM) kimyasal yapıları	7
Şekil 2.2. Bakterilerde peptidoglikan ağ yapısının şematik gösterimi	7
Şekil 2.3. Peptidoglikan hidroliz enzimleri ve kesim bölgeleri	8
Şekil 2.4. <i>Lactobacillus brevis</i> 'in 30 gün MRS sıvı besiyerinde inkübasyonu sonunda hücre duvarında doku bozulmaları ve delinmeler (A) ve 60 gün inkübasyonu sonunda hücre duvarında hücre duvarının parçalanması (B)	10
Şekil 2.5. Peynirde lezzet gelişimini etkileyen başlıca faktörler.....	15
Şekil 2.6. Peynir olgunlaşmasında etkili mikroorganizma ve enzimler	15
Şekil 4.1. <i>L. plantarum</i> 'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneğinin depolamanın 60. gününe ait yağ asidi metil esterleri kromatogramı	31
Şekil 4.2. Depolama süresince kontrol kaşar peyniri örneklerinde farklı mikroorganizma sayılarının değişimi.....	39
Şekil 4.3. Depolama süresince destek kültür olarak <i>L. plantarum</i> içeren kaşar peyniri örneklerinde farklı mikroorganizma sayılarının değişimi	39

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Bazı otolisinler ve fonksiyonları.....	9
Tablo 4.1. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve tuz içerikleri.....	26
Tablo 4.2. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin pH, asitlik, toplam serbest yağ asitliği değerleri	28
Tablo 4.3. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin suda çözünür azot, toplam azot ve olgunlaşma indeksi değerleri	30
Tablo 4.4. Kontrol ve <i>L. plantarum</i> 'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneklerinin 90 günlük depolama süresi boyunca yağ asidi kompozisyonu (relatif bulunma oranı, %)	33
Tablo 4.5. Çalışılan bileşiklerin alıkonma zamanı ve seçilen seçilmiş iyon izleme (selected ion monitoring, SIM) değerleri.....	34
Tablo 4.6. Kaşar peyniri örneklerinde 90 gün depolama süresince belirlenen bazı uçucu lezzet bileşikleri (g/kg)	37
Tablo 4.7. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinde laktobasil, laktokok, <i>L.plantarum</i> ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarının değişimi (log kob/g).....	38
Tablo 4.8. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin duyu analizler ile belirlenen lezzet açısından beğeni durumu (n=48).....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADV	: Toplam serbest yağ asitliği değeri
<i>g</i>	: Relatif santrifüj kuvveti
kob	: Koloni oluşturan birim
LAB	: Laktik asit bakterisi
NAG	: N-asetilglukozamin
NAM	: N-asetilmuramik asit
TGK	: Türk Gıda Kodeksi

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Otolitik Özellikli *Lactobacillus Plantarum* PFC 231'in Kaşar Peyniri Üretiminde Destek Kültür Olarak Kullanımı ve Peynirin Olgunlaşma Parametrelerine Etkisi

Ersin DERE

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Oğuz GÜRİSOY
II. Danışman: Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK

Mart, 2019

Bu çalışmada daha önceki çalışmalarda tulum peynirinden izole edilen yüksek otolitik aktiviteye sahip *Lactobacillus plantarum*'un (PFC231, 47M07, otoliz oranı %36,88)'in kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak olgunlaşma süresinin kısaltılması amacıyla endüstriyel koşullarda kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Kaşar peyniri üretimi için kullanılan starter kültüre (*Streptococcus thermophilus*) destek olarak *Lactobacillus plantarum*, üretimde kullanılan peynir sütüne 10^7 kob/mL olacak şekilde inoküle edilmiştir. Besiyeri ortamında otolitik özellikleri yüksek olan *L. plantarum*'un kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanımı, kaşar peynirlerinin 90 günlük depolaması süresinde peynirlerde lipoliz (toplam serbest yağ asitleri değeri ve yağ asitleri kompozisyonu) ve proteoliz (olgunlaşma indeksi) üzerine katkı sağlamamıştır. Bununla birlikte yapılan duyusal analiz, otolitik özellikli *L. plantarum*'un destek kültür olarak kullanımının kaşar peynirinin lezzetine olumlu yönde katkı sağlamıştır ($p<0,05$). Çalışmanın özellikle duyusal analiz sonuçları destek kültür kullanımının olgunlaşma üzerine pozitif etkileri olabileceğine işaret etmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda destek kültürün daha yüksek inokulasyon oranlarında kullanımı ve lezzet bileşiklerinin katı faz mikroekstraksiyon gibi ekstraksiyon yöntemiyle daha kapsamlı olarak çalışılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaşar peyniri, Hızlandırılmış olgunlaşma, *Lactobacillus plantarum*, Otoliz

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından TAGEM-13/AR-GE/11 proje numarası ile desteklenmiştir.

SUMMARY

M.Sc. Thesis

Use of Autolytic *Lactobacillus plantarum* PFC 231 as Starter Culture in Kaşar Cheese Production and Its Effect on Cheese Ripening Parameters

Ersin DERE

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY
Co- Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömer ŞİMŞEK**

March, 2019

In this study, autolytic *Lactobacillus plantarum* (PFC231, 47M07, autolysis rate of 36.88%), which was isolated from tulum cheese in previous studies, was tested on industrial conditions as adjunct culture in the production of Kaşar cheese for accelerated cheese ripening. In addition to the starter culture (*Streptococcus thermophilus*) used in the Kaşar cheese production, *L. plantarum* was added at a level of 10^7 cfu per mL of milk in cheese production. The use of *L. plantarum* as an adjunct culture in the production of Kaşar cheese did not make a significant contribution to the lipolysis determined by the total free fatty acid value and fatty acids composition analysis, and proteolysis determined by ripening index ($p>0.05$) during 90 days of storage. However, sensory analysis results showed that the use of *L. plantarum* as an adjunct culture influenced the flavor of Kaşar cheese positively from the consumer enjoyment point of view ($p<0.05$). Sensory results indicated that the use of this autolytic adjunct culture could favorably influence Kaşar cheese ripening. In future studies, the use of the adjunct culture at higher inoculation rates and the further analyses of flavor compounds by a different extraction method like solid phase microextraction are highly recommended.

Keywords: Kaşar Cheese, Accelerated ripening, *Lactobacillus plantarum*, Autolysis

The present M.Sc.Thesis was supported by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies under the project number of TAGEM-13/AR-GE/11.

1. GİRİŞ

Peynir, muhtemelen üretimi yapılan en eski gıda maddelerinden biridir (Walther vd., 2008). Sütten peynir üretiminin başlıca hedefi raf ömrü çok kısa olan sütün daha dayanıklı ve uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilecek bir ürüne dönüştürülmesidir. Üretimi sırasında süt proteini ve yağı konsantre edilmekte (süt kompozisyonuna bağlı olarak 5 ila 10 kat), laktoz laktik asit bakterileri tarafından laktik aside fermente edilmekte ve son ürüne farklı şekillerde tuz ilavesi yapılmaktadır. Peynirde asitlik gelişimi ve suyun uzaklaştırılması işlemleri muhafaza kapasitesini arttıran başlıca iki işlemdir (Freitas vd., 2013).

Dünya üzerinde 1000'den fazla çeşidinin olduğu ifade edilen peynir, farklı şekil, lezzet ve tekstürel özelliklere sahip bir grup süt ürününün genel ismidir (Fox, 2011). Peynirin ilk olarak 8000-8500 yıl önce Dicle ve Fırat nehirleri arasındaki "Bereketli Hilal" olarak adlandırılan bölgede (günümüzde Irak) (Fox, 2011) ya da İndus vadisinde (günümüzde Karaçi, Pakistan) (Üçüncü, 2004) üretildiğine inanılmaktadır. İlk peynirin bahsedilen coğrafyalarda çobanlarca sütün hayvan derilerinde (büyük bir olasılıkla keçi derisinde) taşınması sırasında fermente olup pıhtılaşmasıyla bir rastlantı sonucu üretildiği tahmin edilmektedir (Üçüncü, 2004; Walther vd., 2008). Roma İmparatorluğu döneminde peynir üretiminin iyi bir şekilde yapıldığı ve aynı zamanda M.Ö. 40 ve M.S. 89 yılları arasında yaşamış birçok Romalı yazar tarafından peynir üretiminin tanımlandığı ifade edilmektedir (Fox, 2011). Peynir üretiminin dünya genelinde yaygınlaşmasında gerek Orta Doğu'dan Batı Avrupa'ya ve Güney ve Orta Asya'ya yayılan göçebe kabilelerin, gerekse Romalıların Avrupa'ya göçlerinin önemli bir rolünün olduğu düşünülmektedir (Walther vd., 2008; Fox, 2011).

Peynirin de içerisinde bulunduğu süt ve süt ürünleri diyetin önemli bir parçasıdır ve beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir role sahiptirler. Peynir tüketimi ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin Japonya ve Meksika'da kişi başına yıllık tüketim sırasıyla 1,7 ve 2,7 kg iken bu rakam Yunanistan, Fransa, Almanya ve İtalya gibi Avrupa ülkelerinde 20 kg'ın üzerine çıkmaktadır (McCarthy vd., 2013). Ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2017 yılında 689908 ton peynir üretilmiş olup, bu peynirlerin 662151 tonu inek sütünden yapılan peynirler ve geri kalan 27758 tonunu da diğer hayvan sütlerinden (koyun, keçi, manda sütleri ve bu sütlerin karışımı)

yapılan peynirler oluşturmaktadır. Ulusal Süt Konseyi tarafından kişi başına yıllık tüketimin 2017 yılı itibariyle 17,8 kg olduğu bildirilmektedir (Ulusal Süt Konseyi, 2018).

Ülkemizde üretilen elliden fazla peynir çeşidi içerisinde beyaz peynir, kaşar peyniri ve tulum peyniri en yaygın olarak üretilip tüketilen (Hayaloglu vd., 2007) ve diğerlerine kıyasla daha yüksek ekonomik değer taşıyan peynirlerdir. Beyaz peynirden sonra ülkemizde en fazla üretilip tüketilen peynir olan kaşar peyniri, peynir pıhtısının belirli bir asitlik derecesinde tuzlu sıcak suda haşlanmasıyla üretilen plastik telemeli (pasta filata) bir peynir çeşididir. Kaşar peyniri “olgunlaştırılmış” olarak tüketilen bir peynir olmasına karşın yapılan yasal düzenlemelerle “taze” olarak da pazarlanıp tüketilebilmektedir. Türk Gıda Kodeksi (TGK) Peynir Tebliği’ne göre olgunlaştırma süresinin ağırlığı 1,5 kg ve altında olan peynirlerde en az 45 gün ve ağırlığı 1,5 kg’dan fazla olan peynirlerde en az 90 gün olması gerekmektedir (Anonim, 2015). İlgili tebliğde kaşar peyniri etiketinde “eski” ifadesinin kullanılabilmesi için peynirin en az 120 gün olgunlaştırılması zorunlu hale getirilmiştir.

Ülkemizde geleneksel olarak üretilen eski kaşar peynirlerinin üretimi özellikle ekonomik dezavantajları nedeniyle azalmakta ve kaşar peynirinin daha çok olgunlaştırılmadan pazarlanması yoluna gidilmektedir. Bunun yanında etiketinde “eski kaşar” ibaresiyle pazarlanan bazı kaşar peynirlerinin üretiminde eritme tuzları kullanıldığı ve bu sayede peynire lezzet kazandırılmaya çalışıldığı belirtilmektedir. Kaşar peyniri üretiminde olgunlaşma süresinin kısaltılması ya da bir diğer ifade ile olgunlaşmanın hızlandırılması; peynirde hızlı lezzet gelişimini sağlayarak uzun olgunlaşma sürelerinden kaynaklanan daha çok ekonomik dezavantajları azaltabilecektir.

Otoliz, bakteriyel hücre duvarının otolisinler olarak adlandırılan peptidoglikan hidrolazları tarafından parçalanması olarak tanımlanmaktadır. Otoliz ile enzimler ve DNA gibi hücre içi materyaller ortama salıverilmektedir. Laktik asit bakterilerinin hücre içi enzimleri sütte bulunan süt proteinleri ve süt yağı gibi besin öğelerinin parçalanması ve peynir üretiminde lezzet gelişimi için elzemdirler (Al-Saleh vd., 2014). Yapılan çalışmalar laktik asit bakterilerinin otolizinin peynir olgunlaştırılmasının hızlandırılmasında olumlu katkılar sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Yapılan literatür taramasında kaşar peyniri üretiminde hızlı olgunlaştırma amacıyla otolitik laktik kültürün (*Lactococcus lactis subsp. lactis*) kullanımı ile ilgili yalnızca bir çalışmaya rastlanmıştır (Göze, 2018). Bu tez çalışmasında kaşar peyniri üretiminde otolitik özelliklere sahip *Lactobacillus plantarum*’un destek kültür olarak kullanılması, otolitik destek kültür kullanımının kaşar peynirinin temel olgunlaşma parametrelerine (proteoliz,

lipoliz, aroma bileşikleri ve duyuşal özellikler) ve dolayısıyla olgunlaşma hızına etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB), birçoğu genel olarak güvenli (Generally Recognized as Safe, GRAS) veya güvenli olduğu varsayılan (qualified presumption of safety, QPS) statüde kabul edilen heterojen bir bakteri grubudur (Korhonen, 2010). LAB, bitkiler ve fermente gıdalar (turşular, salamura zeytinler, fermente süt ve et ürünleri vb.) ile karbonhidrat bakımından zengin herhangi bir ortamda yaygın olarak bulunabilen mikroorganizmalardır. Gram-pozitif bakteri grubu olan LAB, katalaz negatif, *Sporolactobacillus inulinus* dışında spor oluşturmeyen kok ya da çubuk şeklinde bakterilerdir (Axelsson, 1998; Florou-Paneri vd., 2013). Genellikle aerotolerant olan LAB, pH≤5 olan koşullarda (Kılıç, 2010) ve genellikle 10-45°C arasındaki sıcaklıklarda gelişebilen ve asit, alkali ve tuza direnç gösterebilen mikroorganizmalardır (Axelsson, 1998).

Homofermentatif LAB, karbonhidratları tek veya başlıca nihai ürün olarak laktik aside dönüştürürken, heterofermentatif olanlar laktik asit yanında etanol, asetik asit ve karbondioksit gibi ek ürünler de üretmektedirler (Florou-Paneri vd., 2013). LAB'nin ana metabolizması, öncelikle laktik asit ve enerji üreterek farklı karbonhidratların ve ilgili bileşiklerin parçalanmasıdır (Axelsson, 1998; Florou-Paneri vd., 2013). Birçok bakteri türü birincil ya da ikincil fermantasyon ürünü olarak laktik asit üretse de, tipik laktik asit bakterileri, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Tetragonococcus*, *Aerococcus* and *Weissella* cinslerinin yer aldığı Lactobacillales takımının üyeleridirler (Florou-Paneri vd., 2013).

Laktik asit bakterileri, geleneksel olarak süt, tahıl, sebze ve et bazlı fermente gıdalar ile ya bu ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılmaları ya da ilgili gıdaların doğal fermantasyonlarına yol açmalarından dolayı ilişkilendirilmektedirler. Bazı laktik asit bakterileri, tüketicilere sağlık açısından yarar sağlamak veya hayvan sağlığını iyileştirmek için eklenen probiyotikler olarak da kullanılmaktadırlar. Bu nedenlerle LAB türleri, gıda ve yem endüstrisi için ekonomik olarak oldukça önemlidirler (Korhonen, 2013).

Starter kültür kullanılarak üretilen süt ürünlerinde LAB; (1) laktik asit oluşumu, (2) lezzet bileşikleri üretimi (laktik asit yanında diasetil, asetaldehit vb.) ve (3) bazı durumlarda ürüne özgü özellikler kazandırılma amaçlarıyla kullanılmaktadırlar (Urbach, 1995). Söz konusu temel rollerinin yanında bazı LAB, bakteriyosinler gibi antimikrobiyal maddelerin üretimi (Ryan vd., 1996; Martinez vd., 2015), fonksiyonel gıda bileşenlerinin üretimi (biyoaktif peptitler, konjuge linoleik asitler vb.) (Colakoglu ve GURSOY, 2011), kolesterol asimilasyonu (Tomaro-Duchesneau vd., 2014) ve diğer bazı sağlık etkileri ile fonksiyonel fermente gıdaların üretimlerinde de kullanılır hale gelmişlerdir.

LAB, peynirin mikrobiyal florasını oluşturan başlıca mikroorganizmalardır. Peynir mikroflorasındaki LAB, starter kültürler ve/veya ikinci mikroflora olmak üzere iki kısımda incelenmektedir (Urbach, 1995; Cogan, 2002). Sözkonusu mikroflora peynir olgunlaşması boyunca peynir lezzeti ve tekstürünün gelişimine katkı yaparken, starter LAB laktoz fermentasyonu yolu ile organik asitler (başlıca laktik asit) üretmekte ve peynir asitliğini yükselterek pH'sını düşürmektedirler (GURSOY ve Kesenkaş, 2011). Peynir üretiminde kullanılan başlıca LAB türlerinin *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* ve *Streptococcus thermophilus* olduğu bilinmektedir.

Peynir üretimi sırasında başlangıçta 10^6 - 10^{10} kob/g seviyelerinde ya da üstünde olan starter LAB sayısı peynirde stres faktörlerine bağlı olarak (tuz konsantrasyonu, laktoz konsantrasyonunun azalması, düşük depolama sıcaklıkları vb.) olgunlaşma süresince azalmaktadır (GURSOY ve Kesenkaş, 2011; Steele vd., 2013). Peynirde LAB sayısının azalmasındaki faktörlerden biri de starter LAB'nin otolitik özelliğidir. Otolitik özelliğe sahip olan LAB stres faktörlerine bağlı olarak lize olmakta ve hücre içi materyal ve özellikle enzimler peynir ortamına salıverilmektedir (Lortal ve Chapot-Chartier, 2005). Bu durum peynir olgunlaşmasında önemli olan proteoliz ve lipoliz gibi biyokimyasal reaksiyonları hızlandırarak peynir lezzeti gelişimini kısaltabilmekte ve dolayısıyla olgunlaşma süresinin kısılmasına katkı sağlamaktadır (Urbach, 1995; Kawabata vd., 1997). Otolitik özellikli LAB'nin peynir üretiminde kullanımı peynirde hızlı lezzet gelişiminin sağlanması ve dolayısıyla olgunlaşmanın hızlandırılmasında kullanılan yaklaşımlardan biridir.

2.2. Bakterilerde Hücre Duvarı Yapısı ve Otoliz

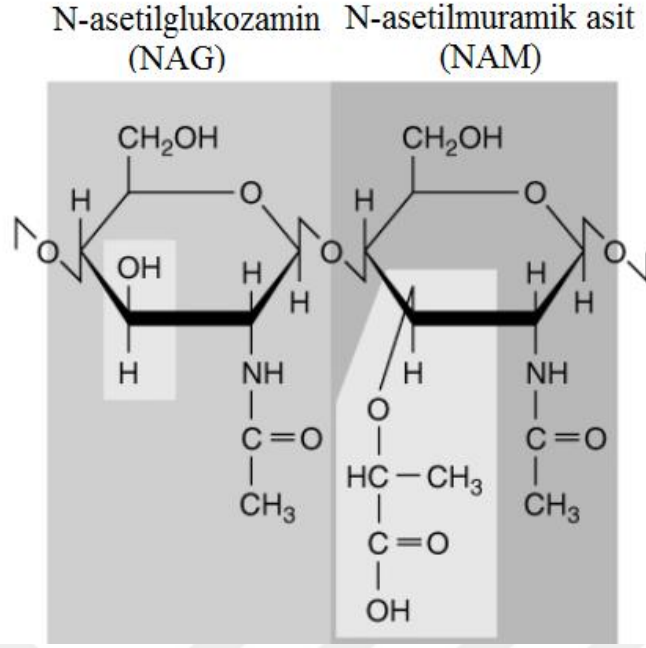
Bakteri hücrelerinde hücre duvarı hücrenin şeklinin oluşmasından sorumlu kompleks ve yarı sert bir yapıdır. Hücre duvarının başlıca fonksiyonu hücre içindeki su basıncı hücre dışındaki basınçtan yüksek olduğunda hücrenin parçalanmasını önlemektedir

(Tortora vd., 2013). Hücre duvarı hücrenin yapısal bütünlüğünün korunması ve şeklinin oluşmasındaki rolünden başka çok sayıda makromolekülün hücreye tutunması için bir iskele görevi görmektedir (Suvorov vd., 2009).

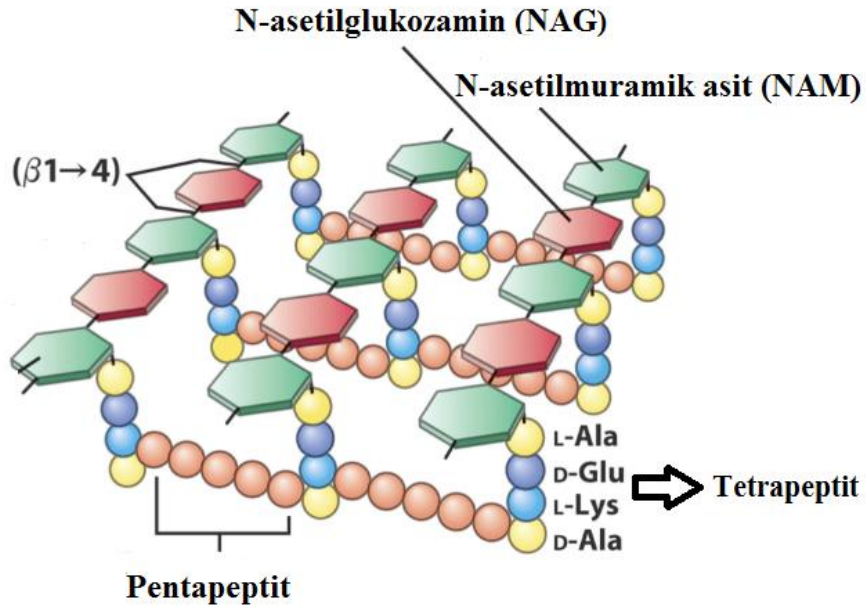
Bakteriyel hücre duvarının temel ve spesifik bir yapısal bileşeni olan peptidoglikan (ya da mürein), sitoplazmik membranın çevresinde ağ benzeri bir katman oluşturarak hücre sertliğinin ve şeklinin oluşumunu sağlamaktadır. Söz konusu yapı hücreyi ozmotik bozulmalardan da korumaktadır. Hücre büyümesi sırasında mutasyon ve antibiyotik gibi etmenlerle biyosentezinin bozulması veya lizozim gibi enzimlerle yapısal bozulması hücrenin lizisi ile sonuçlanmaktadır (Anonim, 2019).

Peptidoglikan, 4 veya 5 amino asitten oluşan kısa zincirli peptitler ile birbirine bağlanan N-asetilglukozamin (NAG) ve N-asetilmuramik asit (NAM) zincirlerinin ağ benzeri bir polimeridir (Çökmüş, 2010; Tortoro vd., 2013; Todar, 2018; Anonim, 2019). Muramik asit ifadesi duvar anlamına gelen murus kelimesinden türemiştir (Tortoro vd., 2013). Peptidoglikan yapısına katılan NAG ve NAM'ın kimyasal yapıları ve β -1,4 bağı ile bağlanmaları Şekil 2.1'de verilmiştir. Peptit zincirleri, N-uçlarından NAM'ın laktik grubuna kovalent bağ ile bağlanmaktadır. LAB'de, gövdedeki 4 amino asitten oluşan peptidin amino asit dizisinde birinci, ikinci ve dördüncü pozisyonlarda sırasıyla L-alanin, γ -D-glutamik asit ve D-alanin bulunmaktadır. Üçüncü pozisyondaki amino asit ise bir di-aminoasit olup bu pozisyonda L-lisin (çoğunlukla), mezodiaminopimelik asit (mDAP) veya L-ornitin bulunabilmektedir (Chapot-Chartier ve Kulakauskas, 2014). Yapıdaki söz konusu amino asitlerin D ve L formlarının dalgalı bir desende (L-D-L-D) olması önemlidir, zira diğer protein yapılarında sadece L formdaki amino asitler bulunmaktadır (Tortoro vd., 2013).

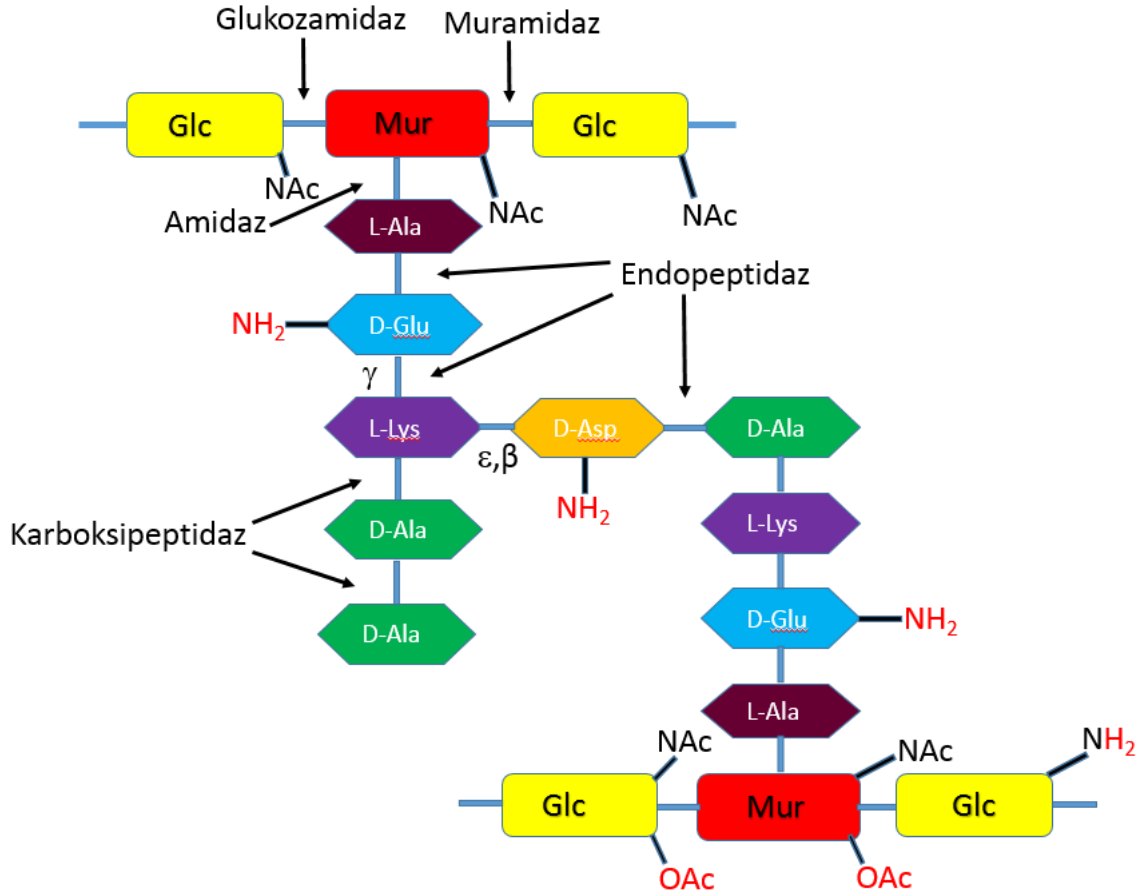
Birçok Gram-pozitif bakteri hücre duvarı peptidoglikanın çok sayıda katmanını içermektedir ve bu durum hücre duvarına kalın ve sert bir yapı kazandırmaktadır. Ayrıca Gram-pozitif bakterilerde hücre duvarı başlıca bir alkol (örneğin gliserol veya ribitol) ve fosfattan meydana gelen teikoik asitler (peptidoglikan tabakasını kaplayan ve onu hücre zarına bağlayan lipoteikoik asit ve hücre duvarı teikoik asidi) içermektedir (Tortoro vd., 2013). Gram-negatif bakterilerde ise farklı olarak hücre duvarı ince bir peptidoglikan katmanından oluşmaktadır. Gram-pozitif bakterilerde peptidoglikan ağ yapısının şematik gösterimi Şekil 2.2 ve bu yapıyı hidroliz eden hidrolaz enzimleri ve ilgili enzimlerin özel kesim bölgeleri Şekil 2.3'te verilmektedir.



Şekil 2.1. Peptidoglikan yapısına katılan N-asetilglukozamin (NAG) ve N-asetilmuramik asidin (NAM) kimyasal yapıları (Tortoro vd., 2013)



Şekil 2.2. Bakterilerde peptidoglikan ağ yapısının şematik gösterimi (Anonim, 2019'dan uyarlanmıştır)



Şekil 2.3. Peptidoglikan hidrolaz enzimleri ve kesim bölgeleri (Chapot-Chartier ve Kulakauskas, 2014'ten uyarlanmıştır)

Bakteriyel hücre duvarının sürekli şekil değiştirmesi hücrenin büyümesi, bölünmesi ve spor oluşturması için gereklidir. Hücre duvarının şekil değiştirmesi, yeni peptidoglikanın sentezi ile eş zamanlı olarak eski müreinin kontrollü degradasyonu ve geri dönüşümü işlemlerini kapsamaktadır (Suvorov vd., 2009). Sentez ve hidroliz enzimleri arasındaki hassas dengenin bozulması hücre gelişiminin durması veya hücrenin lizisi ile sonuçlanabilir (Shockman vd., 1996). Müreinin şekil değiştirmesi işlemi için “otolisinler” olarak isimlendirilen spesifik peptidoglikan hidrolaz enzimleri gereklidir. Bakteriyel peptidoglikan hidrolazlar, peptidoglikan zinciri ve yan zincir dallarındaki bağların parçalanmasından sorumlu enzimlerdir. Bakteriyel peptidoglikan hidrolazlarının üç ana sınıfı; (1) glikanın omurgasını parçalayan glukozidazlar, (2) peptit yan zincirlerini parçalayan amidazlar ve (3) peptit yan zinciri arasındaki bağları parçalayan peptidazlardır (endopeptidazlar ve karboksipeptidazlar) (Sharma vd., 2016). Otolisinler litik transglükosilaz, DD-endopeptidaz, karboksipeptidaz, N-asetilmuramidaz (lizozim),

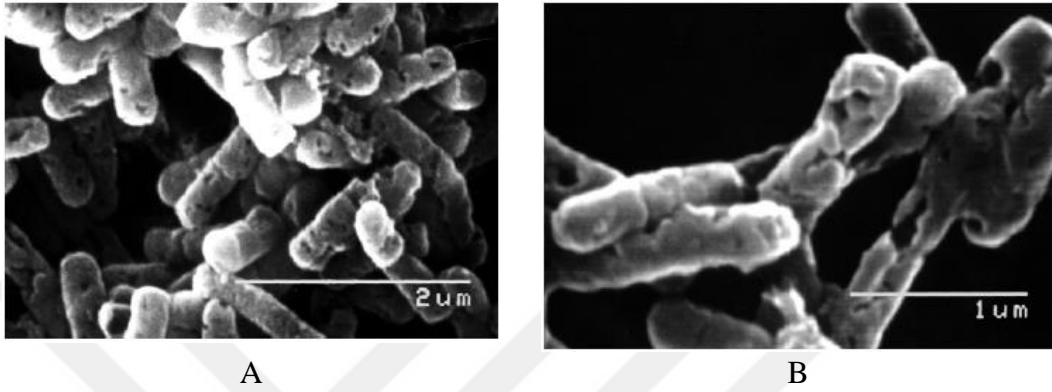
asetilglukozaminidaz ve N-asetilmuramil-L-alanin amidaz gibi enzimleri kapsamaktadır (Suvorov vd., 2009). Otolisinler tarafından müreinin enzimatik parçalanması “otoliz” olarak isimlendirilmekte ve otoliz sonucunda hücre içi materyal ortama salıverilmektedir (Husson-Kao vd., 2000). Otolisinler özellikle hücrenin stres koşullarına maruz kalması durumunda aktivite göstererek hücre duvarının parçalanmasına yol açabilmektedirler (Chapot-Chartier ve Kulakauskas, 2014). Hücrenin otolizi, hücre duvarının yapımı ya da tamiri inhibe olduğunda peptidoglikan hidrolazlarının kontrolsüz aktivitesinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir (Visweswaran vd., 2017).

Bakteri hücrelerindeki bazı otolitik enzimler ve fonksiyonları Tablo 2.1’de verilmektedir (Sharma vd., 2016). Farklı bakterilerde otolizden sorumlu bir veya birden fazla enzim bulunmaktadır (Østlie vd., 1995; Lemée vd., 1994; Cibik ve Chapot-Chartier, 2000). Örneğin *Escherichia coli*’de 18 (Suvorov vd., 2009), *Lactobacillus helveticus*’da 9, *L. plantarum* ve *L. casei*’de 12 peptidoglikan hidrolaz enziminin bulunduğu rapor edilmiştir (Chapot-Chartier ve Kulakauskas, 2014). Lortal vd. (1997) tarafından *L. helveticus*’da N-asetilmuramidaz’ın, *L. fermentum*’da N-asetilmuramidaz, amidaz ve endopeptidazın ve Rolain vd. (2012) tarafından *L. plantarum*’da N-asetilglukozaminidaz ile D,L-endopeptidazın hücre otolizinde görevli başlıca hidrolitik enzimler olduğu bildirilmektedir.

Tablo 2.1. Bazı otolisinler ve fonksiyonları (Chapot-Chartier ve Kulakauskas, 2014; Sharma vd.,2016)

Enzim Grubu	Otolitik Enzim/ler	Fonksiyon
Glikozidaz	N-asetilglukozamidazlar	Komşu şeker kalıntılarında N-asetil-D-glukozamin (NAG) kalıntılarını ayırır.
	N-asetilmuramidazlar	N-asetilmuramik asit (NAM) ile NAG arasındaki β -1,4 glikozidik bağı parçalar.
Amidaz	N-asetilmuramil-L-alanin amidaz	N-asetilmuramik asit ve L-alanin arasındaki bağı (peptit yan zincirleri ve glikan iplikcikleri arasındaki bağı) parçalar.
Endopeptidaz	DD-, DL-, veya LD-peptidazlar	Peptit zincirindeki iki amino asit arasındaki peptit bağı parçalar.
Karboksipeptidaz		Peptit zincirinde peptit ucundaki bağı parçalar.

Peptidoglikan hidrolazlarının aktivitesi ile hücre duvarında oluşan hasarlar (çatlaklar, delikler vb.) ilgili enzimlerin bulunduğu lokasyonlarda görülmektedir. Otolizin başlangıç aşamalarında hücre duvarında oluşan boşluklar ve küçük delinmeler ilerleyen aşamalarda büyümektedir. Otoliz sonucunda hücre morfolojisinde görülen değişimler Şekil 2.4'te verilmiştir (Zambonelli vd., 2002).



Şekil 2.4. *Lactobacillus brevis*'in 30 gün MRS sıvı besiyerinde inkübasyonu sonunda hücre duvarında doku bozulmaları ve delinmeler (A) ve 60 gün inkübasyonu sonunda hücre duvarında hücre duvarının parçalanması (B) (Zambonelli vd., 2002).

Laktik asit bakterilerinde otolitik aktivitenin tür ve suşa bağlı olarak farklılık gösterdiği birçok çalışmada tespit edilmiştir (Lemée vd., 1994; Østlie vd., 1995; Kozakova vd., 2010). Örneğin Cibik ve Chapot-Chartier (2004) 9 farklı *Lactobacillus pentosus* suşunun potasyum fosfat tamponunda (50 mmol/L, pH=6,5) 30°C'de 24 saat inkübasyonu sırasındaki otoliz oranlarının suşa bağlı olarak %34 ile %94 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Ouzari vd. (2002) Tunus'ta üretilen geleneksel fermente süt ürünlerinden izole edilen 25 *Lactococcus lactis* ve 6 *Lactococcus cremoris* suşunun otoliz derecelerinin suşa bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Konu ile ilgili başka bir çalışmada El-Din vd. (2002) Mısır'da çiğ süttten üretilen Domiatti ve Mish peynirlerinden izole ettikleri 3 *Enterococcus durans* ve 10 *Enterococcus faecium* suşunun potasyum fosfat tamponunda (pH=5,5) 10 ve 37°C'de belirledikleri otoliz değerlerinin test edilen suşa göre değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Langsrud vd. (1987), 45 farklı laktokokun otolitik özelliklerini incelediği çalışmalarında otolitik özelliğin türler içinde oldukça değişkenlik gösterdiğini, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* suşlarının tampon ortamında belirlenen otoliz oranlarının %16-79 arasında, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* suşlarının otoliz oranlarının ise %24-87 arasında değişim gösterdiğini bulmuştur. Benzer sonuçlar

Cibik ve Chapot-Chartier (2004) tarafından *Lactobacillus pentosus*'un 9 farklı suşu ile yapılan çalışmada da elde edilmiştir. İlgili çalışmada *Lactobacillus pentosus* suşlarının otolitik aktivitelerinin %34 (CNRZ 1559) ile %94 (CNRZ 1091) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Cibik ve Chapot-Chartier (2000) tarafından yapılan çalışmada da süt ve süt ürünlerinden izole edilen 59 *Leuconostoc* tür/suşunun otolitik aktivitesi 50 mmol/L potasyum fosfat tampoununda ve pH 6,5'de 30°C'de 24 saat inkübasyon sonunda belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *Leuconostoc* tür/suşlarının otolitik aktivite değerlerinin tür/suşa bağlı olarak değiştiği, en yüksek otolitik aktivite değerinin *Leuconostoc mesenteroides* CNRZ 51L suşunda en düşük otolitik aktivite değerinin ise *Leuconostoc citreum* CNRZ 22N suşunda belirlendiği rapor edilmiştir.

Kang vd. (1998) tarafından 7 farklı laktik asit bakterisinin (*Lactobacillus bulgaricus*, *L. casei* ssp. *casei*, *L. casei* ssp. *pseudoplantarum*, *L. casei* ssp. *ramnosus*, *L. plantarum*, *L. sake* ve *L. curvatus*) otolitik aktiviteleri 40°C'de ve pH 5,5'de farklı tampon (K_2PO_4 ve Na_2PO_4) ve tuz konsantrasyonlarında (0,2 M NaCl, 0,1 M KCl, 0,5 M KCl) araştırılmıştır. Çalışmada 0,2 M NaCl içeren ortamda en yüksek otoliz derecesi (%78) *L. bulgaricus* UL12'de gözlenmiş iken, *L. casei* L2A ve *L. casei* 137'nin otoliz dereceleri sırasıyla %56 ve 67 olarak belirlenmiştir. Yine otolize K_2PO_4 konsantrasyonlarının (0,1 ve 1 M) etkileri araştırılmış ve en yüksek otoliz değerlerine 1 M K_2PO_4 konsantrasyonunda *L. casei* L2A (%92) ve *L. casei* 137'de (%88) ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar, çalışmada kullanılan bakterilerin otoliz derecelerinin tuz konsantrasyonu ve kullanılan tampon çözeltiliye göre değişiklikler gösterdiği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Bakterinin çoğalma evresi otoliz aktivitesi üzerinde etkili faktörlerden biridir. Günümüze kadar olan yapılan çalışmalarda farklı laktik asit bakterilerinin (*Lactobacillus acidophilus* CRL 640, *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *L. casei*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. sake* ve *L. curvatus* vb.) en yüksek otolitik aktivite değerlerinin erken üssel büyüme fazındaki (Kang vd., 1998) veya üssel büyüme fazındaki (Ohmiya ve Sato, 1975; Murga vd., 1995; Østlie vd., 1995) hücrelerinde belirlendiği görülmektedir.

Otolitik aktivite üzerine sıcaklığın etkilerinin incelendiği çalışmaların birinde El-Soda vd. (1995) peynirden izole edilen farklı cinslere ait (*Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Propionibacterium*) bakterilerin otolitik aktiviteleri üzerine farklı inkübasyon sıcaklıklarının (10, 20, 30, 40 ve 50°C) etkisini araştırmıştır. Araştırmacılar tarafından en yüksek otoliz oranlarının mikroorganizmaların optimum gelişme sıcaklıklarında ya da optimum gelişme sıcaklıklarına yakın sıcaklıklarda

belirlendiği rapor edilmiştir. Benzer bulguların elde edildiği diğer bir çalışmada Çıbık (2010) tarafından iki farklı *Leuconostoc mesenteroides* suşunun otolitik aktivitesi üzerine farklı inkübasyon sıcaklıklarının (7, 12, 20, 30, 42 ve 50°C) etkisi araştırılmış ve otoliz için en iyi sıcaklığın *Leuconostoc* suşlarının optimum çoğalma sıcaklığı olan 30°C olduğu belirlenmiştir. El-Din vd. (2002) farklı enterokok tür ve cinslerinin potasyum fosfat tamponunda (27,2 g/L), pH 5,5’de ve 58,5 g/L NaCl varlığında 10 ve 37°C’deki otolitik aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda 37°C’deki otolitik aktivitenin 10°C’deki otolitik aktiviteden daha yüksek olduğu görülmüştür. Konu ile ilgili bir başka çalışmada Østlie vd. (1995) 21 propiyonik asit bakterisi suşunun potasyum fosfat tamponundaki (50mM, pH 7,0) en yüksek otolitik aktivitelerinin 30-40°C sıcaklıklarda olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde *Propionibacterium freudenreichii* CNRZ 725’in 0,1 M potasyum fosfat tamponunda (pH=5,8) farklı sıcaklıklardaki (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 ve 55°C) otolitik aktivitelerinin belirlendiği çalışmada en yüksek otolitik aktivite değerinin 40°C’de belirlendiği bildirilmiştir (Lemee vd., 1994). Kozakova vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada çiğ süt ve peynir örneklerinden izole edilen 23 *Lactococcus lactis* ve *Lactococcus cremoris* izolatu arasında en yüksek otolitik aktivitenin belirlendiği *Lactococcus lactis* HMM81’in otolitik aktivitesi üzerine farklı inkübasyon sıcaklıklarının (13, 30, 45 ve 56°C) etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda 6 güne kadar yapılan inkübasyonlarda en yüksek otolitik aktivitenin 30°C’de belirlendiği rapor edilmiştir.

Otolitik aktivite üzerine pH’nın etkisinin araştırıldığı çalışmaların birinde *Lactococcus lactis* HMM81 ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NIZO B643’ün sodyum sitrat tamponunda 13°C’de 12 günlük inkübasyonu sırasında farklı pH değerlerinin (4, 5, 6, 6,5, 7 ve 8) etkisi araştırılmış ve en yüksek otolitik aktivite değerleri pH 5-6,5 aralığında belirlenmiştir (Kozakova vd., 2002). Başka bir çalışmada *L. acidophilus* ve *L. gasseri* suşlarının pH 5’te pH 7’den daha fazla otolitik aktivite gösterdiğini rapor edilmiştir (Masuda vd., 2005). Çıbık (2010) tarafından yapılan çalışmada ise iki farklı *Leuconostoc mesenteroides* suşunun asidik ve bazik pH’larda otolitik aktivitelerinin azaldığı tespit edilmiş olup optimal aktivitenin pH 6-7 arasında gerçekleştiği bildirilmiştir. Aynı şekilde *Streptococcus thermophilus* DN-001065’in otolizinin pH 5’in altında inhibe olduğu belirlenmiştir (Husson-Kao vd., 1999). Mou vd. (1976) *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*’in ML1 ve HP suşlarının en yüksek otolitik aktivite değerlerinin pH 6-7 arasında elde edildiğini bildirmiştir. Benzer bir bulgu *Lactobacillus acidophilus*’un otolitik aktivitesi üzerine pH 5,5 ile 8 arasındaki pH değerlerinin etkisinin araştırıldığı bir

çalışmada da belirlenmiş olup, optimum otolitik aktivitenin pH 6,5-7 arasında görüldüğü gözlemlenmiştir (Ohmiya ve Sato,1975).

Koch vd. (2007) *L. delbrueckii* subsp. *lactis*'in otolitik aktivitesi üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının (%0, 1, 1,5, 2,5 ve 3,5) etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonuçları %0, 1 ve 1,5 (1. Grup) tuz konsantrasyonlarındaki otolitik aktivitenin ve benzer şekilde %2,5 ve 3,5 (2. Grup) tuz konsantrasyonlarındaki otolitik aktivitenin istatistiksel olarak benzer olduğunu göstermiştir. Genel olarak tuz konsantrasyonunun artmasıyla otolitik aktivitenin arttığı rapor edilmiştir. Konu ile ilgili başka bir çalışmada *Lactococcus lactis* HMM81'in sodyum sitrat tamponunda (pH 5) 12 günlük inkübasyonu sırasında farklı NaCl konsantrasyonlarındaki (0, 2, 6,5, 10 ve 15 g/L) otolitik aktiviteleri belirlenmiş ve yüksek otolitik aktivite değerlerinin 6,5, 10 ve 15 g/L tuz konsantrasyonlarında elde edildiği bildirilmiştir (Kozkova vd., 2010). Benzer şekilde *Lactococcus lactis* suşlarının en yüksek otolitik aktiviteyi yüksek tuz konsantrasyonlarında gösterdiği tespit edilmiştir (Ramirez-Nunez vd., 2011). El-Kholy vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada 7 farklı laktik asit bakterisinin (*Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. delbrueckii* subsp. *lactis* ve *L. fermentum*) farklı NaCl konsantrasyonlarındaki (0,1, 0,5, 1 ve 2 M) otolitik davranışları araştırılmıştır. Araştırmacılar laktik asit bakterilerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki otolitik davranışlarının tür bazında değişiklikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada *L. helveticus* CNRZ 32, *L. casei* UL1, *L. plantarum* CNRZ 425, *L. fermentum* CNRZ 229 ve *L. brevis* CNRZ 423 suşlarının NaCl varlığında daha yüksek otolitik aktivite gösterdiği belirlenirken diğer suşların bazılarının NaCl varlığında daha düşük otolitik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Dako vd. (1995) farklı cinslere ait (*Lactococcus*, *Lactobacillus* ve *Pediococcus*) 9 laktik asit bakterisinin fosfat tamponundaki otolitik aktivitesi üzerine %2, 4 ve 8 (ağırlık/hacim) tuz konsantrasyonlarının etkilerini incelemiş ve *Lactobacillus casei* L2A ile *Lactobacillus casei* subsp. *pseudopantarum* 137'nin optimum otolitik aktivitesinin %2-4 NaCl konsantrasyonlarında görüldüğünü bildirmişlerdir.

Ohmiya ve Sato (1975) tarafından yapılan çalışmada *L. acidophilus*, *L. helveticus* and *L. casei* suşlarının -20°C'de depolanmasının ya da ortama Ca²⁺ veya Mg²⁺ iyonlarının ilavesinin otolitik aktiviteyi arttırdığı belirlenmiştir. Benzer bir bulgu konu ile ilgili olarak Ouzari vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Çalışmada ortamda 1, 10 ve 15 mmol/L CaCl₂ bulunmasının *Lactococcus* türlerinin otolitik aktivitesine etkisi araştırılmış ve en yüksek otolitik aktivite 15 mmol/L CaCl₂ içeren ortamda elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda bakteri hücrelerinin çoğalma ortamındaki karbonhidrat kaynağının otolitik aktiviteyi etkilediği de gösterilmiştir. Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* CO ve 2250 suşlarının otolitik aktivitelerinin glukoz varlığında arttığı ancak laktoz ve galaktoz varlığında azaldığı tespit edilmiştir (Riepe vd., 1997).

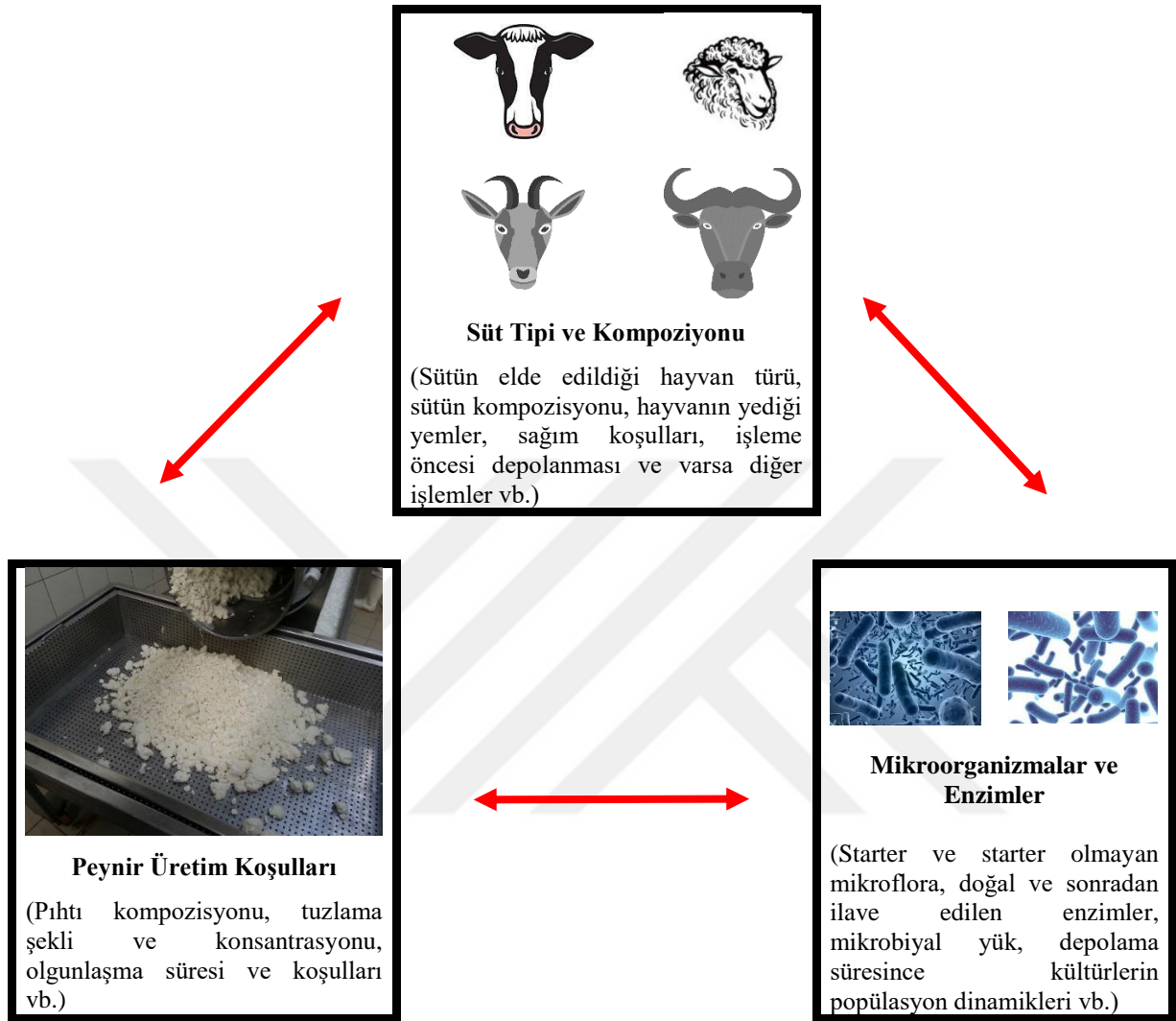
2.3. Peynir Olgunlaşması ve Otoliz

Peynir ilk üretilen ve en popüler olan gıdalardan biridir. Günümüzde dünya üzerinde 1000'den fazla peynir çeşidinin var olduğu tahmin edilmektedir (Gunasekaran ve Ak, 2002; Fox, 2011). Peynir üretiminin ilk amacı sütteki temel besin öğelerinin korunmasını sağlamaktır. Söz konusu koruma peynir üretimi sırasında asitlik gelişimi, suyun uzaklaştırılması, düşük redoks potansiyeli ve tuzlama işlemleriyle sağlanmaktadır. Ancak çok az sayıda peynir çeşidinde depolama süreci boyunca mikrobiyolojik ve/veya enzimatik değişimlerin önlenmesi için yeterli kuruma sağlanabilmekte ve yüksek seviyede tuzlama yapılabilmektedir. Birçok peynir çeşidinin kompozisyonu ise depolama sırasında “olgunlaşma” olarak isimlendirilen biyolojik ve enzimatik aktivitelerin gerçekleşmesine uygundur (Fox vd., 1996). Her bir peynir çeşidinin kendine özgü bazı özellikleri olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlarla oluşmaktadır.

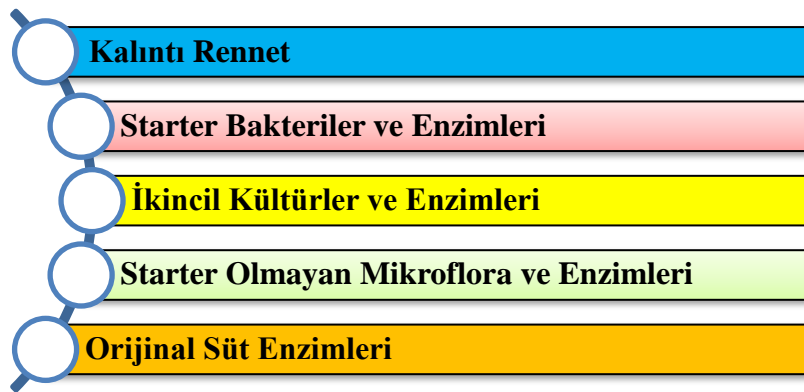
Peynirlerde lezzet gelişimi (i) süt tipi ve kompozisyonu, (ii) üretim koşulları ve (iii) peynir matriksinde bulunan mikroorganizma ve enzimlerin etkilediği dinamik bir biyokimyasal süreçtir (Steele vd., 2013). Peynirde lezzet gelişimini etkileyen başlıca faktörler Şekil 2.5'te özetlenmektedir. Mikroorganizma ve enzimlerin lezzete katkılarının önemli bir bölümü karmaşık bir biyokimyasal süreç olan peynir olgunlaşması ile sağlanmaktadır. Peynir olgunlaşması sırasında besin öğelerinde glikoliz, lipoliz ve proteoliz ile şekillenen değişimlerin (Olson, 1990; Fox vd., 1996; Smit vd., 2000; Yvon ve Rijnen, 2001) yanında çok sayıda ikincil dönüşümler de (amin, organik asit, sülfür bileşikleri, keton, lakton, aldehit, ikincil alkoller vb. bileşiklerin oluşumu) meydana gelmektedir (El Soda, vd., 1995; Yvon ve Rijnen, 2001). Söz konusu değişimleri katalize eden mikroorganizma ve enzimler Şekil 2.6'da özetlenmiştir.

Sütteki laktozun önemli bir bölümü (~%98) peynir üretimi sırasında peyniraltı suyu ile peynir pıhtısından ayrılmakta ve geriye kalan laktoz çoğunlukla L-laktik aside fermente edilerek peynir pH'sını yaklaşık 5'e düşürmektedir (Fox vd., 1996). Bazı peynir tiplerinde fermentasyon sırasında laktoz laktik asidin yanı sıra propiyonik asit, asetik asit gibi

organik asitler ile diasetil gibi lezzet bileşiklerine de metabolize edilebilmektedir (Smit vd., 2000; Azarnia vd., 2006).



Şekil 2.5. Peynirde lezzet gelişimini etkileyen başlıca faktörler [Steele vd. (2013)'ten değiştirilerek alınmıştır]



Şekil 2.6. Peynir olgunlaşmasında etkili mikroorganizma ve enzimler (Fox vd., 1996)

Lipoliz serbest yağ asitlerin oluşumuna yol açarak peynir lezzetine katkıda bulunmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000). Olgunlaşma sırasında serbest yağ asitleri metil ketonlar, tiyoesterler ve laktonlar gibi uçucu bileşiklere de metabolize olabilmektedir (Azarnia vd., 2006). Lipoliz bazı küflü peynirler dışında birçok peynir çeşidinin olgunlaşmasında sınırlı düzeyde gerçekleşen biyokimyasal bir reaksiyondur.

Peynir olgunlaşması sırasında proteazlar ve peptidazların etkisiyle meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlardan proteoliz ve onu izleyen amino asit katabolizması birçok peynir çeşidinde lezzetin oluşmasında kritik bir öneme sahiptir (Yvon ve Rijnen, 2001).

Çok sayıda peynir çeşidinde kazeinlerin ilk hidrolizi pıhtılaştırıcı enzim ve daha az olarak da sütteki plazmin ve somatik hücrelerin proteinazları (örneğin katepsin D) tarafından gerçekleştirilmekte ve büyük (suda çözünmeyen) ve orta (suda çözünen) büyüklükte peptitlerin oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Daha sonra söz konusu peptitler pıhtılaştırıcı enzim, starter ve starter olmayan mikrofloranın enzimleri ile ileri parçalanmaya maruz kalmaktadır. Küçük peptitlerin ve serbest amino asitlerin oluşumu mikrobiyal proteinaz ve peptidazlar tarafından gerçekleştirilmektedir (McSweeney and Sousa, 2000). Laktik asit bakterilerinin kazeini hidrolizinde rol oynayan çok sayıda hücre zarı proteinazı tanımlanmıştır. Örneğin en iyi tanımlanan laktik asit bakterisi proteinazı olan *Lactococcus lactis* PrtP kazeinden 100'den fazla farklı oligopeptit meydana getirebilmektedir (Steele vd., 2013). Laktik asit bakterileri hücre zarı proteinazları dışında hücre içi oligoendopeptidazlar (PepO), en azından 3 genel aminopeptidaz (PepN, PepC, PepG), bir glutamil aminopeptidazı (PepA), bir prolidon karboksilil peptidaz (PCP), bir lösil aminopeptidaz (PepL), bir prolil-dipeptidil aminopeptidaz (PepX), bir prolin iminopeptidaz (PepI), aminopeptidaz P (PepP), prolinaz (PepR), bir prolidaz (PepQ), bir genel dipeptidaz (PepV) ve bir genel tripeptidaza (PepT) sahiptir. Söz konusu proteolitik sistem laktik asit bakterilerinin çok düşük düzeyde küçük peptitler ve serbest amino asitler içeren süt içerisinde yüksek sayılarda (10^9 - 10^{10} kob/mL) çoğalabilmesi için gereklidir (McSweeney and Sousa, 2000).

Daha önce de ifade edildiği gibi PrtP, α -s₁ ve β -kazeinden oluşan büyük boyutlu peptitleri hidrolize ederek peynirde küçük peptitlerin oluşumuna katkı sağlamaktadır. Aminopeptidazlar, dipeptidazlar ve tripeptidazlar ise hücrenin lizisinden sonra peynir matriksine salınmaktadırlar ve serbest amino asitlerin üretiminden sorumludurlar (McSweeney and Sousa, 2000).

Peynir olgunlaşması yavaş gerçekleşen ve bundan dolayı da pahalı bir işlemdir (Fox, 1998). Örneğin Cheddar peynirinin maliyetinin olgunlaşma süresince her ay %1,5-3 oranında arttığı rapor edilmektedir (El-Soda ve Awad, 2011). Bunun yanında olgunlaşmanın sonuçları tam olarak tahmin edilemediği gibi tam olarak kontrol de edilememektedir (Fox, 1998). Ancak, olgunlaştırma için kullanılan sıcak ve nemin kontrolü, üretimde starter ve/veya destek kültür kullanılması ve enzim ilavesi gibi bazı uygulamalar olgunlaşmayı kısmen kontrol edebilmemize yardımcı olmaktadır (Olson, 1990). Olgunlaşma süresinin kısaltılması ekonomik ve bazı teknolojik avantajlar sağlamaktadır (Fox, 1998; Azarnia vd., 2006). Söz konusu avantajlar; (1) soğutma, işçilik ve stok maliyetlerinin azalması, (2) depolama tesislerine yapılan yatırımların sınırlayıcı bir faktör olabileceği gelişmekte olan ülkelerde peynir üretimindeki artış sağlanabilmesi ve (3) peynir lezzetinin hızlı gelişimi olarak sıralanabilir (Azarnia vd., 2006).

Peynir olgunlaşmasını hızlandırmak için kullanılan başlıca yöntemler;

- olgunlaştırmanın yüksek sıcaklıkta yapılması,
- proteinaz, peptidaz, lipaz ve laktaz gibi enzimlerin peynir üretiminde kullanılması,
- modifiye edilmiş starter kültürlerin kullanımı (zayıflatılmış starterler, genetiği değiştirilmiş starter kültürler vb.),
- destek kültür kullanımı ve
- mikroenkapsüle edilmiş olgunlaştırma enzimleri kullanımı olarak sıralanabilir (El Soda, 1986; Wilkinson, 1993; Fox vd., 1996; Fox, 1998, Azarnia vd., 2006).

Daha önce de ifade edildiği gibi peynir olgunlaşması sırasında peynirdeki serbest amino asit konsantrasyonunun artışı kısmen laktik asit bakterilerinin lizisinden sonra peynir matriksine salıverilen peptidazların aktivitesinden kaynaklanmaktadır (El Soda vd., 1995). Dolayısıyla peynir üretiminde kullanılan starter ve/veya destek kültürlerin otolitik aktiviteye sahip olması, olgunlaşma için önemli olan hücre içi enzimlerin daha kısa sürede peynir pıhtısı içerisine salıverilmesini sağlayacağından olgunlaşmanın hızlanmasına da katkı sağlayabilecektir (El Soda vd., 1995; Bourdat-Deschamps vd., 2004; Steele vd., 2013).

Laktik asit bakterilerinin erken lizisinin peynirde lezzet bileşiklerinin daha hızlı oluşumu ve dolayısıyla olgunlaşmanın hızlandırılmasına katkı sağlayabileceği konu ile ilgili olarak yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir (Chapot-Chartier vd., 1994; Crown vd., 1995; Kawabata vd., 1997; Hannon vd., 2003; Bourdat-Deschamps vd., 2004; Lazzi vd., 2016).

Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada Saint-Paulin tipi peynirde iki farklı starter bakterinin otolizi (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* AM2 ve *L. lactis* subsp. *lactis* NCDO763), peynirde hücre canlılığı, elektron mikroskobu ile bakteri morfolojisi ve iki hücre içi peptidazın (X-prolil dipeptidil aminopeptidaz ve bir aminopeptidaz) peynir matriksine salınması Chapot-Chartier vd. (1994) tarafından izlenmiştir. Araştırmacılar *L. lactis* subsp. *cremoris* AM2'nin kullanıldığı peynirde olgunlaşmanın ilk haftasından itibaren bakterinin büyük oranda lize olduğunu ve hücre içi peptidazlarının peynir matriksine salındığı belirlenmiştir. Söz konusu otoliz peynirde daha fazla miktarda azot belirlenmesiyle ilişkili bulunmuştur. Ancak aksi şekilde *L. lactis* subsp. *lactis* NCDO763'ün kullanıldığı peynirde, ilgili bakteri olgunlaşmanın ilk üç haftasında yüksek seviyede canlılığını korumuş ve peynir matriksine hücre içi enzim salınımı belirlenmemiştir.

Valence vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada otolitik özellikli iki farklı *Lactobacillus helveticus* suşu (ITGLH1 ve ITGLH77) İsviçre peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanılmış ve her iki suşunda peynir proteolizine katkısı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ITGLH1 suşunun kullanıldığı peynirde diğer peynire göre peynir matriksindeki serbest NH₂ grupları (+%33) ve serbest amino asit seviyesinin (+%75) daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada üç farklı starter kültürün (A = otolitik aktivitesi zayıf *Lactococcus lactis* 223 ve 227, B = A + yüksek otolitik aktiviteli *Lactobacillus helveticus* DPC4571, C = *L. helveticus* DPC4571) Cheddar peynirinin olgunlaştırılmasınının 2., 6. ve 8. aylarında peynir matriksindeki serbest amino asit, serbest yağ asidi ve uçucu bileşik profiline etkileri Hannon vd. (2007) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada olgunlaşmanın ikinci ayında otolitik kültürün olduğu kültürler (B ve C) ile üretilen peynirlerin serbest amino asit seviyelerinin yüksek otolitik özellikli kültür ile üretilmeyen peynire göre önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine 8 ay olgunlaşmanın sonunda otolitik özellikli kültürler kullanılarak üretilen peynirlerde bütirik, kaprik, miristik, palmitik ve oleik asidin A kültürü ile üretilen peynirden daha yüksek konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada otolitik kültür kullanılarak üretilen peynirlerde daha yüksek konsantrasyonda dimetil disülfid, karbon sülfid, heptanal, dimetil sülfid, etil bütanoat, 2-bütanon ve 2-metil bütanal uçucu bileşikleri bulunmuştur. Araştırmacılar, otolitik *L. helveticus*'un Cheddar peynirinde starter/destek kültür olarak kullanımının olgunlaşmayı hızlandırabileceğini vurgulamışlardır.

Cheddar peyniri üretiminde otolitik destek kültür kullanımının peynirde proteolize olumlu katkıları yaptığı ve hızlandırdığı Kiernan vd. (2000) tarafından yapılan çalışmayla da doğrulanmıştır. Cheddar peyniri üretiminde starter kültürün yanında *Lactobacillus helveticus* DPC 1739 veya 4571'un destek kültür olarak kullanımının proteolize etkilerinin belirlendiği çalışmada, suda çözünen azot, fosfotungstik asitte çözünen azot ve serbest amino asit konsantrasyonu otolitik *Lactobacillus helveticus* DPC 4571 suşunun kullanıldığı peynirde kontrol ve *Lactobacillus helveticus* DPC 1739'un destek kültür olarak kullanıldığı peynirden 180 günlük olgunlaşma sırasında olgunlaşmanın ilk gününden itibaren daha yüksek bulunmuştur.

Bourdat-Deschamps vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada otolitik *Lactococcus lactis* AM2'nin lizisinin peynir modelinde 28 günlük depolama süresince amino asitlerin aroma bileşiklerine dönüşümünü etkileyip etkilemediği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *L. lactis* hücrelerinin otolizinin aromatik amino asitlerin ve metioninin katabolize olmasını teşvik ettiği ve sülfürlü lezzet bileşikleri ile benzaldehit oluşumunu arttırdığı tespit edilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda model sistemlerde yüksek otolitik aktivite gösteren bazı laktik asit bakterilerinin peynir üretiminde kullanımı sırasında benzer otolitik özellikleri göstermedikleri bulunmuştur. Örneğin Kenny vd. (2005) farklı kaynaklardan elde edilen 41 *Lactobacillus helveticus* izolatu içersinden farklı otolitik aktivite düzeylerine sahip 14 izolatu Cheddar peyniri üretiminde kullanmış ve izolatların *in vitro* ve Cheddar peyniri denemelerinde gösterdikleri otolitik aktiviteler arasında bir korelasyon bulamamışlardır. Benzer bir bulgu farklı otolitik aktiviteye sahip *Lactobacillus helveticus* izolatlarının Cheddar peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanımlarının (%0,2 ağırlık/hacim) peynir lezzeti üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada da elde edilmiştir (Kenny vd., 2006).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Otolitik Laktik Asit Bakterisi

Bu araştırmada Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından TAGEM/13/AR-GE/11 proje numarasıyla desteklenen araştırma projesinde izole edilip tanımlanan otolitik aktivitesi yüksek olan laktik asit bakterileri içinden seçilen *Lactobacillus plantarum* (PFC231, 47M07, otoliz oranı %36,88) kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanılmıştır.

3.2. Kültür Aktivasyonu ve İnokülasyon Kültürünün Hazırlanması

Dondurularak kurutulmuş (freeze-dried) izole kültür üretimde kullanılmadan önce aseptik şartlarda MRS besiyerinde 30°C’de bir gece inkübe edilerek çoğaltılmıştır. Kültür en az iki defa aktive edilmiştir. Aktive edilen kültür %12 kurumaddeli (ağırlık/hacim) yağsız süt tozundan hazırlanan sterilize süt içersinde 37°C’de bir gece inkübasyona bırakılarak çoğaltılmış ve üretimde kullanılmıştır.

3.3. Kaşar Peyniri Üretimi

Otolitik özellikli *Lactobacillus plantarum*’un (PFC231) destek kültür olarak kullanıldığı kaşar peyniri örnekleri Burdur’da bulunan bir süt işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Kaşar peynirlerinin üretiminde kurumaddesi %12,50, yağ içeriği %3,53, protein içeriği %3,19 ve laktoz içeriği %4,70 olan çiğ inek sütü kullanılmıştır. Sütün pH’sı 6,51 ve °SH’ı 6,67 olarak ölçülmüştür. Çiğ süt 2 ayrı gruba bölünmüş ve birinci grup (kontrol grubu) (5500 L) üretici firmanın normal üretim prosedürü kullanılarak gerçekleştirilmiş iken ikinci grup (1000 L) üretiminde starter kültür (*Streptococcus thermophilus*) yanında *Lactobacillus plantarum* destek kültür olarak kullanılan sütte 10⁷ kob/mL olacak şekilde ilave edilmiştir. Kaşar peyniri üretiminde çiğ süt önce 68±1°C’de 13 dakika açık kazanda ısıl işleme tabi tutulmuş ardından 37°C mayalama sıcaklığına plakalı ısı değiştiricide soğutulmuştur. Mayalama sıcaklığına gelen ve mayalama tankına alınan süte 100 g/1000 L oranında CaCl₂ (Caso®, Solvay, İtalya) ve daha önceden ön aktivasyonu üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda yapılmış starter kültür ilave edilmiştir. Üretimde Maysa Gıda San. ve Tic. A.ř.’den (Tuzla, İstanbul) temin edilen CT 332 50U kodlu liyofilize kaşar peyniri kültürü (1 paket) kullanılmıştır. CaCl₂ ve kültür

ilavesinin ardından süt $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de mayalama tankında 20 dakika bekletilerek °SH'nın 7,5'e ulaşması sağlanmıştır. Ardından süte 60 mL/ton olacak şekilde peynir mayası (Maxiren® 600L, DSM Food Specialities, Hollanda) ilave edilerek mayalama gerçekleştirilmiştir. Mayalamadan 45 dakika sonra pıhtı kırımı mayalama tankında yapılmış olup, pıhtı kırma sonrasında pH'nın yaklaşık 5,8'e gelmesi beklenmiş ve peynir altı suyu pıhtıdan uzaklaştırılarak teleme, teleme teknesine alınmıştır. Teleme pH'sı $4,9\pm 0,1$ 'e geldiğinde telemeye %1 oranında tuz ilave edilerek yaklaşık 50 kg'lık parçalar halinde haşlama kazanına aktarılmıştır. Teleme 72°C 'de (hamur iç sıcaklığı) 5 dakika haşlanmıştır. Haşlama sonrasında yoğurma ve gramajlama makinasında yoğurulan kaşar peyniri hamuru 2 kg'lık bloklar halinde kalıplara alınmıştır. Yaklaşık 2 saat süre ile 16°C 'de kurutma odasında bekletilen kaşar peynirleri ardından 10°C 'de 12-14 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından peynirler düşük yoğunluklu polietilen film ile vakum ambalajlanmış ve $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün depolanmıştır. Depolamanın 1, 30, 60 ve 90. günlerinde tesadüfi olarak seçilen peynirlerin fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılmıştır.

3.4. Peynire İşlenecek Sütte Yapılan Analizler

Peynire işlenecek sütün kompozisyonel analizleri (kurumadde, yağ, laktoz ve protein) Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan süt analizatöründe (Bentley B150, Bentley Instruments Inc., ABD) yapılmıştır. Sütlerin pH değerleri pH metre (Mettler Toledo, Seven Compact pH/Ion S220, İsviçre) ile tespit edilmiş olup asitlik değerleri TS 1018/T1'e göre (Anonim, 2003) belirlenmiştir.

3.5. Peynir Örnekleri İçin Kimyasal Analiz Metotları

Peynir örneklerinin kurumadde ve asitlik değeri ile tuz içerikleri TS 3272 Kaşar Peyniri Standardı'nda önerilen yöntemler ile belirlenmiştir. Peynirlerin pH değeri kombine elektrotlu pH metre (Jenco 6173, Jenco, San Diego, CA, ABD) ile tespit edilmiştir. Yağ içerikleri Gerber metodu kullanılarak, suda çözünen azot (WSN) ve protein içerikleri ise Dumas metodu ile Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan Dumatherm Analyser (Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter, Almanya) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Olgunlaşma derecesi; suda çözünen azotun toplam azota oranı olarak hesaplanmış ve yüzde olarak ifade

edilmiştir. Kurumaddede yağ ve kurumaddede tuz içerikleri matematiksel hesaplama yolu ile bulunmuştur.

Peynirlerin proteoliz derecesi depolamanın 1, 30, 60 ve 90. günlerinde suda çözünen azot tayini ile izlenmiştir. pH 4,6'da suda çözünen fraksiyon Kuchroo ve Fox (1982) tarafından belirtilen yöntemin Hayaloğlu vd. (2004) tarafından değiştirilen şekli kullanılarak hazırlanmıştır. Bunun için 20 g rendelenmiş peynir örneği üzerine 40 mL saf su ilave edildikten sonra karışım pedallı homojenizatör (BagMixer® 400, Model P, Interscience, St. Nom, Fransa) ile 5 dakika homojenize edilmiştir. Homojenize karışım pH'sı 1 M HCl ile 4,6'ya ayarlandıktan sonra oda sıcaklığında 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Ardından karışımın pH'sı kontrol edilmiş ve gerekli ise tekrar 4,6'ya ayarlanmıştır. Elde edilen homojenize karışım 40°C'de 1 saat bekletildikten sonra 3000×g'de 30 dakika +4°C'de santrifüj (Nüve NF 800R, Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Tic. A.Ş., Aykurt, Ankara) edilmiştir. Santrifüjden sonra üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırılmış ve süpernatant filtre kağıdı ile filtre edildikten sonra liyofilize edilmiştir. Liyofilizat suda çözünen azot tayini için -20°C'de saklanmıştır.

3.6. Peynirlerde Toplam Serbest Yağ Asitleri Değerinin Belirlenmesi

Toplam serbest yağ asitleri değeri (acid degree value, ADV) yağ ekstraksiyonunun ardından titrasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş (Renner, 1993) ve sonuçlar 100 g peynir yağındaki g oleik asit (%) olarak ifade edilmiştir. Yağ ekstraksiyonu için rendelenmiş peynir örneği yeterli miktarda Kiesलगur (Fluka Chemie GmbH, Buchs, İsviçre) kullanılarak bir beher içerisinde ezilmiştir. Ezilen peynir örneği üzerine bir miktar dietileter (Fluka Chemie GmbH, Buchs, İsviçre) ilave edilmiş ve ezilmiş peynir ile çözgen iyice karıştırılmıştır. Karşımdan peynir parçaları ve kiesलगur'un ayrılması ve çözgen-yağ karışımının (misella) elde edilebilmesi için karışım kaba filtre kâğıdı ile süzölmüştür. İşlem birkaç kez tekrarlanmış ve misella şilifli bir balon içerisinde toplanmıştır. Balon içerisinde toplanan miselladan dietileter bir rotary evaporator (Heidolph, Almanya) yardımı ile 45°C'de vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki kalıntı çözgen azot gazı ile tamamen uçurulduktan sonra, balondaki yağ bir erlen içerisinde tartılmıştır. Tartılan yağa 40 mL eter-alkol karışımı (1:1) ilave edilmiş ve karışım 0.1 N etil alkolde hazırlanmış KOH ile %1'lik fenolftalein eşliğinde titre edilmiştir. Toplam serbest yağ asitleri değeri aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Oleik asit (g/100g)} = 282 \times n \times F / \text{Ex}100$$

282: Oleik asidin molekül ağırlığı (g/mol), n: Harcanan KOH (mL), F: 0,1 N KOH çözeltisinin faktörü, E: Tartılan yağ miktarı (g)

3.7. Yağ Asitleri Kompozisyonun Belirlenmesi

Peynir örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu ekstrakte edilen yağlarda Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde kuadropol kütle spektrometresi (MS) dedektörü (Agilent 5975 C, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) ile entegre gaz kromatografisi (GC) cihazı (Agilent 78890A, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

Yağ asitleri metil esterleri Yılmaz ve Seçilmiş (2006a) tarafından önerilen yönteme göre hazırlanmıştır. Bunun için 200 µL ekstrakte yağ 1 mL 1,5 M metanolik HCl ile karıştırıldıktan sonra 80°C'de 2 saat bekletilmiştir. Yağ asitlerinin metil esterleri oda sıcaklığına soğuyan karışım üzerine 0,5 mL su ilave edildikten sonra 1mL hekzan ile ekstrakte edilmiştir.

GC-MS analizinde 70 eV iyonizasyon enerjisine sahip elektron iyonizasyon sistemi kullanılmıştır. Fragment iyonları 30-500 m/z kütle aralığında tarama modunda analiz edilmiştir. Analizde CP-SIL 88 kapiler kolon (fused silika, 100m x 0.25mm, 0.2 µm film kalınlığı; Chrompack, Midelburg, Hollanda) kullanılmıştır. Enjeksiyon 1 µL olarak yapılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 240°C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış olup akış oranı 1 mL/dakika olarak ayarlanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 4 dakika için 60°C'ye, 60°C'den 175°C'ye 13°C/dakika sıcaklık artışı, 27 dakika 175°C'de bekleme, 175°C'den 215°C'ye 4°C/dakika sıcaklık artışı ve 5 dakika için 215°C'de bekleme, 215°C'den 240°C'ye dakikada 4°C sıcaklık artışı ve 15 dakika süresince 240°C'de bekleme olacak şekilde ayarlanmıştır. Analizde 1/20 split oranı kullanılmıştır. Yağ asitleri, yağ asidi metil esterleri standart karışımı (Supelco® 37 Component FAME Mix, Katalog No: 47885 U, Sigma-Aldrich, ABD) kullanılarak tanımlanmıştır.

3.8. Lezzet Bileşikleri (Uçucu Bileşen) Analizi

Peynir örneklerindeki uçucu lezzet bileşikleri dinamik tepe boşluğu GC-MS tekniği kullanılarak Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Yılmaz ve Seçilmiş (2006b) tarafından önerilen yöntemin bazı değişiklikler yapılmış hali kullanılarak belirlenmiştir. Uçucu bileşen analizleri tepe boşluğu sistemi (Agilent 7697A Headspace, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) ile

bütünleşik GM-MS (Agilent 7890A GC-5975C MS, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) cihazı ile yapılmıştır.

Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu için içerisinde yaklaşık 4 g peynir örneği bulunan vial tepe boşluğu sistemine yerleştirilmiştir. Sistem iğne sıcaklığı 90°C, transfer hattı sıcaklığı 120°C, vial fırın sıcaklığı 85°C, termostat süresi 5 dakika, basınçlandırma süresi 0,5 dakika, enjekte etme süresi 0,08 dakika ve çekilme zamanı olarak 0,5 dakika olacak şekilde kullanılmıştır.

GC-MS sisteminde CP-Wax 52 CB kolon (50m x 0,25mm, 0,2 µm film kalınlığı, Agilent Technologies, Hollanda) kullanılmış olup kolon sıcaklığı 35°C'de 5 dakika bekleme, ardından 50°C/dakika artışa 150°C'ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekleme şeklinde programlanmıştır. Dedektör ve enjektör sıcaklıkları sırasıyla 200°C ve 180°C olarak ayarlanmıştır. Sistemde helyum taşıyıcı gaz olarak 1,2 mL/dakika akış hızında kullanılmıştır. Ucuçu bileşen miktarları (mg/kg) bileşenlerin saf standartları kullanılarak elde edilen kalibrasyon grafikleri ile hesaplanmıştır.

3.9. Peynirlerin Mikrobiyolojik Analizi

Mikrobiyolojik sayımlar için 10 g peynir örneği steril filtreli stomacher poşetlerine tartılmış ve üzerine 90 mL tamponlanmış peptonlu su (Peptone Water Buffered, Acc. to ISO 6579, Merck, Almanya) ilave edilmiştir. Karışım 3 dakika süre ile stomacherde (Blender easyMIX™, AES Chemunex, BioMérieux SA, Fransa) homojenize edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan 10⁻¹'lik dilüsyondan diğer seri dilüsyonlar uygun şekilde hazırlanmıştır. Dilüsyonlardan paralelli olarak steril petrilere 1'er mL aktarılmış ve dökme plak yöntemiyle ekimler yapılmıştır. Ekimlerde besi yeri olarak 45°C'lik su banyosunda bekletilen MRS Agar (De Man, Rogosa and Sharpe Agar, Merck, Almanya), M17 Agar (Merck, Almanya) ve PCA (Plate Count Agar, Merck, Almanya) kullanılmıştır. *Lactobacillus plantarum*'un peynirlerde selektif sayım için 4 mg/L siprofloksasin içeren MRS agar kullanılmıştır (Bujalance vd., 2006). Ekim yapılan petri kutuları 30°C'de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrası 30-300 arasında koloni oluşturan petrilere koloniler sayılarak peynirlerin mikrobiyal yükü belirlenmiştir.

3.10. Duyusal Analiz

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirilmesi hedonik test ile yapılmıştır (Uysal vd., 2004; Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015). Analizler peynir tüketmeyi seven ve duyusal analiz yapmaya istekli Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi öğrencileri ile idari ve

akademik personel ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal panellere rastgele seçilen 24 panelist katılmış olup panelistlerden tattıkları 3 farklı rakamla kodlanmış peynir örnekleri için lezzet beğeni durumlarını değerlendirme formu üzerinde belirtilen 7'li hedonik sıklada [çok beğendim (7 puan)-hiç beğenmedim (1 puan)] işaretlemeleri istenmiştir (EK-1). Örnekler arasında tadımdan sonra ağızda oluşan yağlılık hissi ve tadın giderilmesi için panelistlere tuzsuz kepekli bisküvi ve/veya su verilmiştir. Panelistlerden peynirlerin duyusal özellikleri ile ilgili (varsa) ilave yorumlarını da yazmaları istenerek lezzet yönünden peynirlerin beğenisinde önemli olan faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.11. İstatistiksel Analiz

Otolitik destek kültür kullanımı ve depolama süresinin peynirlerin bazı fiziko-kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla SAS version 9.0 istatistik analiz paket programı (The SAS System for Windows 9.0, Chicago, ABD) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0,05$ düzeyinde test edilmiş ve peynirler gruplandırılmıştır. Araştırma iki tekerrürlü olarak yapılmış olup sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada üretilen kaşar peynirleri örneklerinin 90 günlük depolama süresi boyunca belirlenen kurumadde, yağ, protein ve tuz içerikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve tuz içerikleri (%) (n=2) *

Kaşar Peyniri	Depolama Süresi (gün)	Kurumadde	Yağ	Protein	Tuz
Kontrol	1	57,85±2,73 ^A	25,13±0,25 ^A	25,34±1,66 ^A	1,19±0,30 ^A
	30	55,79±0,23 ^A	23,50±2,35 ^A	27,26±2,72 ^A	1,57±0,74 ^A
	60	55,89±0,84 ^A	26,88±1,31 ^A	24,40±1,32 ^A	0,92±0,01 ^A
	90	55,69±0,55 ^A	26,75±0,65 ^A	25,03±1,10 ^A	1,02±0,12 ^A
Destek Kültürlü (<i>L. plantarum</i>)	1	54,01±0,75 ^A	24,13±3,71 ^A	25,98±2,09 ^A	1,35±0,12 ^A
	30	53,22±0,43 ^A	22,75±4,33 ^A	26,58±1,54 ^A	1,53±0,43 ^A
	60	53,39±0,66 ^A	25,37±2,56 ^A	26,29±1,10 ^A	1,15±0,01 ^A
	90	52,92±0,68 ^A	25,88±2,75 ^A	26,69±1,79 ^A	1,30±0,16 ^A

* Aynı sütunlardaki farklı harfler destek kültür ilavesi x depolama süresi interaksyonu açısından ortalamalar arasındaki farklılıkların p<0,05 düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

Depolama süresince peynir örneklerinin kurumadde değerleri %52,92 ile %57,85 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1). Depolama süresi dikkate alınmaksızın kontrol ve destek kültür kullanımı ile üretilen kaşar peynirlerin kurumadde değerleri karşılaştırıldığında kontrol grubunun ortalama kurumadde değerinin (%56,30) destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ortalama kurumadde değerinden (%53,39) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Yapılan istatistiksel analizde hem depolama süresinin hem de destek kültür kullanımı kaşar peynirlerinin kurumadde değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (p<0,05) (Tablo 4.1). Tablo 4.1’den genel olarak kontrol grubu kaşar peynirlerinin depolama süresince belirlenen kurumadde değerlerinin destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin kurumadde değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Peynir gruplarının kurumadde değerleri arasındaki farklılığın üretimde farklı miktarlarda çiğ süt kullanımı nedeniyle oluşabilecek peynir verimi farklılığından ileri geldiği tahmin edilmektedir. Araştırmamızda üretilen kaşar peynirlerinin tamamının

kurumadde içeriği açısından TGK Peynir Tebliği'nde (Tebliğ No: 2015/6) belirtilen değerle (en az %50 kurumadde içermeli) uyumlu olduğu görülmüştür (Anonim, 2015).

Çalışmada üretilen kaşar peynirlerinin yağ içerikleri %22,75 ile 26,88 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1). Depolama süresi dikkate alınmaksızın kontrol ve destek kültür kullanımı ile üretilen kaşar peynirlerin (her bir peynir grubu için n=16) yağ içerikleri karşılaştırıldığında kontrol grubunun ortalama yağ içeriğinin (%25,56) destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ortalama yağ içeriğinden (%24,53) daha yüksek olduğu tespit edilmiş ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Yapılan istatistiksel analizde otolitik destek kültür kullanımı, depolama süresi ve destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksiyonunun peynirlerin yağ içeriği üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.1). Örneklerin kurumadde yağ içerikleri incelendiğinde depolama süresince yağ içeriklerinin %42,13 ila %48,85 arasında değişim görüldüğü belirlenmiştir. Üretilen kaşar peyniri örnekleri TGK Peynir Tebliği'ne göre az yağlı peynir ($10 \leq \text{süt yağı} < 25$) ve yarım yağlı peynir ($25 \leq \text{süt yağı} < 45$) kategorisindedir (TGK, 2015). %Yağ içerikleri ile benzer şekilde destek kültür kullanımı, depolama süresi ve destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksiyonunun peynirlerin kurumadde yağ içerikleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir.

Çalışmamızda üretilen kaşar peynirlerinin protein içerikleri %27,26 ile %24,40 arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analiz peynirlerin protein içerikleri üzerine depolama süresi, destek kültür kullanımı ve depolama süresi x destek kültür kullanımı interaksiyonunun önemli olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.1) ($p>0,05$). Depolama süresi dikkate alınmaksızın kontrol ve destek kültür kullanımı ile üretilen kaşar peynirlerin (n=16) protein içerikleri karşılaştırıldığında kontrol grubunun ortalama protein içeriğinin (%25,50) destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ortalama protein içeriği ise (%26,38) olarak bulunmuş ve iki grubun protein içeriği açısından istatistiksel açıdan birbirine benzer olduğu görülmüştür ($p>0,05$).

Araştırmada üretilen kaşar peynirlerinin tuz içerikleri %0,92 ile %1,57 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1). Destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ortama tuz içeriğinin (%1,33) kontrol kaşar peynirinin ortama tuz içeriğinden (%1,17) daha yüksek olduğu belirlenmiş ancak ilgili farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Yapılan istatistiksel analizde destek kültür kullanımı ile destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksiyonunun peynirlerin tuz miktarını etkilemediği belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.1). Destek kültür kullanımı dikkate alınmadığında (her bir depolama günü için n=8) depolama süresinin 60. ve 90. günündeki ortalama tuz içerikleri en düşük

değerlere (%1,03 ve %1,16) sahip ve birbirine benzer iken kaşar peynirlerindeki en yüksek ortalama tuz içerikleri 1 ve 30 gün depolama sonunda (%1,27 ve %1,55) belirlenmiştir ($p<0,05$).

Kaşar peynirlerinin kurumadde tuz değerlerine bakıldığında peynirlerin kurumadde tuz içeriklerinin %1,64 ile %2,86 arasında değiştiği belirlenmiştir. TGK Peynir Tebliği'nde (Tebliğ No: 2015/6) taze kaşar peynirlerinde kurumadde tuz içeriğinin en fazla %3 olmasına izin verilmektedir (Anonim, 2015). Araştırmamızda üretilen bütün kaşar peynirlerin tuz içeriklerinin TGK Peynir Tebliği'ne uygun olduğu bulunmuştur.

Araştırmamızda üretilen kaşar peynirlerinin 90 günlük depolama süresince belirlenen pH, asitlik ve toplam serbest yağ asitliği değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin pH, asitlik ve toplam serbest yağ asitliği değeri* (n=2)

Kaşar Peyniri	Depolama Süresi (gün)	pH	Asitlik (%)	Toplam Serbest Yağ Asitliği Değeri (meq/100g yağ)
Kontrol	1	5,09±0,20 ^A	1,12±0,07 ^A	0,96±0,28 ^A
	30	5,50±0,13 ^A	1,24±0,21 ^A	0,91±0,10 ^A
	60	5,38±0,02 ^A	1,22±0,03 ^A	0,76±0,18 ^A
	90	5,33±0,00 ^A	1,23±0,23 ^A	0,70±0,17 ^A
Destek Kültürlü (<i>L. plantarum</i>)	1	5,26±0,07 ^A	1,14±0,29 ^A	0,87±0,25 ^A
	30	5,50±0,18 ^A	1,21±0,23 ^A	0,97±0,30 ^A
	60	5,37±0,01 ^A	1,10±0,08 ^A	0,54±0,25 ^A
	90	5,31±0,07 ^A	1,23±0,14 ^A	0,98±0,25 ^A

*Aynı sütundaki farklı harfler destek kültür ilavesi x depolama süresi interaksyonu açısından ortalamalar arasındaki farklılıkların $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda üretilen bütün kaşar peynirlerinin pH değerleri incelendiğinde pH'nın olgunlaşma süresince 5,09 ile 5,50 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.2). Yapılan istatistiksel analizde depolama süresinin peynirlerin pH değerleri üzerinde önemli olduğu ($p<0,05$) ancak destek kültür kullanımı ile destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksyonunun peynirlerin pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.2). Depolama süresi dikkate alınmaksızın kontrol (n=16) ve destek kültür kullanımı (n=16) ile üretilen kaşar peynirlerin pH değerleri karşılaştırıldığında, destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ortalama pH değeri (5,36) ile kontrol grubunun ortalama pH değerinin (5,33) istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür. ($p<0,05$). Peynirlerin depolama süresince belirlenen pH değerleri

incelendiğinde başlangıçta en düşük değerde olan pH'nın depolamanın ilk aylarında yükseldiği son ayında ise tekrar düştüğü görülmektedir (Tablo 4.2). İstatistiksel analiz en düşük ortama pH değerinin (5,18) depolamanın ilk gününde görüldüğünü ($p<0,05$), birinci ayında önemli derece arttığını (5,50) ($p<0,05$), ardından depolamanın ikinci ve üçüncü ayında sırasıyla 5,38 ve 5,32 değerlerini alarak azaldığını göstermiştir. Depolamanın iki ve üçüncü ayında kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$).

Depolama süresince kaşar peynirlerinin asitlik değerleri (%) 1,10 ile 1,24 arasında değişim göstermiştir. Kaşar peynirlerinin asitlik değerleri (%) destek kültür kullanımı, depolama süresi ve destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksyonundan etkilenmemiştir ($p>0,05$). Kontrol kaşar peynirlerinin ($n=16$) ortalama asitlik değeri (1,20) olarak bulunmuş iken destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin ($n=16$) ortalama asitlik değeri (1,17) olarak bulunmuştur ($p>0,05$).

Çalışmamızda üretilen kaşar peynirlerinin toplam serbest yağ asitliği (ADV) değerleri depolama süresince 0,54 ile 0,98 meq / 100 g süt yağı olarak değişim göstermiştir. Kaşar peynirlerinin ADV'si üzerine destek kültür kullanımı, depolama süresi ve destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.2). Söz konusu bulgu destek kültürün 3 aylık depolama süresince kaşar peynirinde lipolize katkı sağlamadığını ortaya koymaktadır.

Araştırmamızda üretilen kaşar peyniri örneklerinin depolama süresince belirlenen suda çözünür azot, toplam azot ve olgunlaşma indeksi değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Çalışmamızda üretilen kaşar peynirlerinin 90 günlük depolama süresinde belirlenen suda çözünen azot değerleri 0,18 ile 0,38 g/100g arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.3). Genel olarak kaşar peynirlerinin suda çözünen azot değerleri beklenildiği gibi olgunlaşma süresi boyunca artış göstermiştir. Depolama süresince suda çözünen azot değerlerindeki değişim istatistiksel olarak değerlendirildiğinde en düşük suda çözünen azot içeriği olgunlaşmanın ilk gününde, en yüksek suda çözünen azot içeriği ise depolamanın 90. gününde belirlenmiştir ($p<0,05$). Yapılan istatistiksel analiz peynirlerin suda çözünen azot içerikleri üzerine destek kültür kullanımı ve destek kültür kullanımı x depolama süresi interaksyonunun etkili olmadığını göstermiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

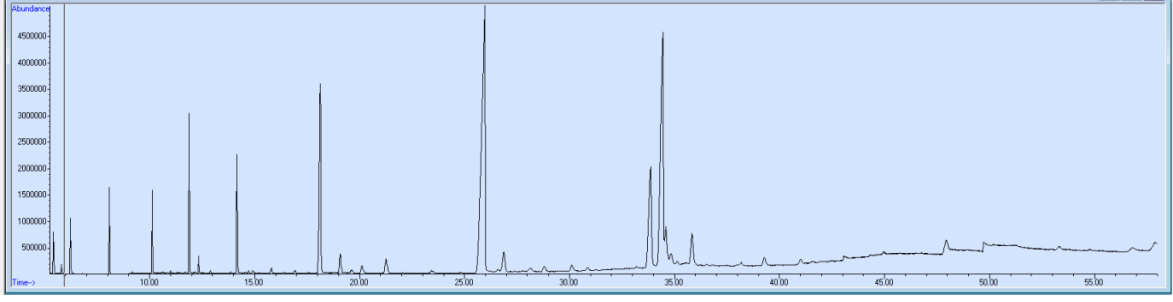
Tablo 4.3. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinin suda çözünür azot, toplam azot ve olgunlaşma indeksi değerleri* (n=2)

Kaşar Peyniri	Depolama Süresi (gün)	Suda Çözünen Azot (g/100g)	Toplam Azot (g/100g)	Olgunlaşma İndeksi
Kontrol	1	0,18±0,03 ^A	3,75±1,20 ^A	8,08±4,55 ^A
	30	0,30±0,05 ^A	3,42±0,69 ^A	9,31±3,12 ^A
	60	0,30±0,04 ^A	3,38±0,70 ^A	9,33±3,09 ^A
	90	0,35±0,05 ^A	3,55±0,59 ^A	7,97±0,37 ^A
Destek Kültürlü (<i>L. plantarum</i>)	1	0,22±0,08 ^A	3,20±1,00 ^A	7,97±4,65 ^A
	30	0,33±0,06 ^A	3,66±0,55 ^A	9,37±3,06 ^A
	60	0,34±0,06 ^A	3,61±0,45 ^A	9,53±2,88 ^A
	90	0,38±0,09 ^A	3,80±0,29 ^A	10,12±3,29 ^A

*Aynı sütunlardaki farklı harfler destek kültür ilavesi x depolama süresi interaksyonu açısından ortalamalar arasındaki farklılıkların p<0,05 düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

Peynirde proteoliz düzeyinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri de olgunlaşma süresince suda çözünen azot miktarının ve buna bağlı olarak suda çözünen azotun toplam azota oranı şeklinde ifade edilen olgunlaşma indeksinin hesaplanmasıdır. Kaşar peynirlerinin 90 günlük depolama süresince olgunlaşma indeksi değerleri 7,97 ile 10,12 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen olgunlaşma indeksi değerleri Sert vd. (2007) ile Özer vd. (2008) tarafından kaşar peynirlerinde belirlenen olgunlaşma indeksi değerleriyle benzer bulunmuştur. Olgunlaşma indeksi değerleri suda çözünen azot değerleri ile paralel olarak olgunlaşma süresi ile artış göstermiştir. Ancak söz konusu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Elde edilen bulgular destek kültür kullanımının kaşar peynirinin 3 aylık olgunlaşma süresi boyunca proteolize katkı yapmadığını ortaya koymaktadır.

Peynirlerde lipoliz sonucunda oluşan serbest yağ asitleri ve özellikle de kısa ve orta zincirli serbest yağ asitleri peynir lezzetine doğrudan katkıda buldukları gibi metil ketonlar, alkoller, esterler ve laktonlar gibi bileşiklerin oluşumunda ön bileşik olarak rol oynamaktadırlar (de la Fuente vd. 1993; McSweeney ve Sousa, 2000). Kaşar peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonunu gösteren örnek bir kromatogram Şekil 4.1'de verilmiştir. Araştırmamızda üretilen kontrol ve *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peynirlerinde depolamanın başlangıcında bulunmuş yağ asitlerine göre belirlenen kısa (C4:0 ve C6:0) ve orta zincirli (C8:0, C10:0 ve C12:0) yağ asitlerinin sırasıyla laurik (C12:0), kaprik (C10:0), kaproik (C6:0), kaprilik (C8:0) ve bütirik (C4:0) asitler olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).



Şekil 4.1. *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneğinin depolamanın 60. gününe ait yağ asidi metil esterleri kromatogramı

Kontrol ve destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peyniri örneğindeki uzun zincirli yağ asitlerinin bulunma oranlarının büyükten küçüğe doğru palmitik asit (C16:0) > oleik asit (C18:1) > miristik asit (C14:0) > stearik asit (C18:0) > linoleik asit (C18:2) ve palmitoleik asit (C16:1) şeklinde olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerindeki en fazla bulunan doymuş yağ asitleri palmitik asit (C16:0), miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) olarak tespit edilmiştir. Palmitik asit bütün peynir örneklerinde en fazla bulunan doymuş yağ asidi iken oleik asit bütün peynir örneklerinde en fazla bulunan doymamış yağ asididir. Kaşar peyniri örneklerinin yağ asidi kompozisyonları Kınık vd. (2005) tarafından rapor edilen inek sütünden üretilen farklı tip peynirlerin yağ asidi kompozisyonları ile oldukça benzer bulunmuştur. Üretilen kaşar peynirlerinin depolamanın ilk günündeki kısa ve orta zincirli yağ asidi içerikleri karşılaştırıldığında, bütirik, kaproik, kaprilik ve laurik asidin *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneğinde, kaprik asidin ise kontrol grubu kaşar peyniri örneğinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum depolamanın başlangıcında *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneğinde lipolitik aktivitenin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Genel olarak söz konusu beş yağ asidi içeriği ortalama bulunma oranları destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinde depolama süresince kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Özellikle depolamanın 60. gününde söz konusu yağ asitlerinin ortama bulunma oranı destek kültür kullanılarak üretilen peynirde belirgin derece yüksektir. Her iki grup peynirde de depolamanın ilk gününden itibaren söz konusu yağ asitlerinin bulunma oranları depolamanın 30. gününe kadar azalmış, depolamanın 60. gününden itibaren ise 90. güne kadar artış göstermiştir. Uzun zincirli yağ asitlerine bakıldığında oleik asidin bulunma oranı her iki peynirde de benzer bir değişim göstermiş düşük bulunma oranlarının depolamanın başlangıcında olduğu belirlenmiştir. Kontrol kaşar peynirinde depolamanın sonundaki kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin ortalama bulunma oranlarının (%2,48) *L.*

plantarum'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneklerindeki ortalama bulunma oranıyla (%2,49) benzer olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde çalışmada kullanılan üretim koşullarında *L. plantarum*'un destek kültür olarak kullanımının kaşar peynirinde lipolize katkı sağlamadığı söylenebilir.



Tablo 4.4. Kontrol ve *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneklerinin 90 günlük depolama süresi boyunca yağ asidi kompozisyonu (relatif bulunma oranı, %)*

Bileşen	Kontrol Kaşar Peyniri				<i>L. plantarum</i> 'u Destek Kültür Olarak İçeren Kaşar Peyniri			
	1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün	1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
C4:0	1,25±0,32	1,00±0,28	1,16±0,50	1,36±0,43	1,31±0,27	1,04±0,26	1,22±0,43	1,37±0,42
C5:0	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	0,02±0,01	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	0,02±0,01
C6:0	1,80±0,38	1,35±0,57	1,71±0,56	1,92±0,51	1,83±0,35	1,46±0,55	1,79±0,47	1,93±0,50
C7:0	0,02±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,00	0,02±0,00
C8:0	1,48±0,25	1,41±0,31	1,48±0,33	1,68±0,47	1,50±0,23	1,46±0,27	1,49±0,32	1,67±0,48
C9:0	0,03±0,01	0,17±0,27	0,03±0,01	0,05±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,04±0,01
C10:0	3,70±0,70	3,19±0,63	2,82±1,71	3,42±0,62	3,66±0,40	3,28±0,56	3,45±0,76	3,45±0,60
C11:1 n-1	0,26±0,15	0,27±0,16	0,34±0,18	0,25±0,26	0,28±0,15	0,25±0,17	0,40±0,09	0,28±0,24
C11:0	0,04±0,01	0,04±0,02	0,08±0,07	0,06±0,03	0,05±0,01	0,04±0,02	0,05±0,02	0,03±0,02
C12:0	3,93±0,49	3,64±0,61	3,75±0,80	4,03±0,73	4,01±0,41	3,71±0,56	3,84±0,68	4,04±0,72
C14:0	11,81±0,59	11,46±1,35	11,51±1,39	12,06±1,12	12,15±0,25	11,62±1,27	11,71±1,16	12,09±1,08
C14:1 n-5	1,17±0,12	1,05±0,17	1,10±0,17	1,22±0,19	1,10±0,19	1,07±0,16	1,13±0,15	1,24±0,17
C15:0	0,82±0,48	1,01±0,08	1,03±0,10	1,13±0,19	0,84±0,50	1,01±0,09	1,04±0,09	1,24±0,32
C15:1 n-5	0,39±0,24	0,36±0,24	0,28±0,12	0,34±0,05	0,40±0,26	0,38±0,25	0,33±0,05	0,35±0,05
C16:0	28,90±1,82	29,59±1,10	28,96±0,41	28,59±1,09	29,77±2,74	29,79±1,13	29,06±0,49	28,69±1,18
C16:1 n-7	1,46±0,05	1,47±0,10	1,48±0,13	1,63±0,41	1,36±0,12	1,46±0,07	1,60±0,13	1,56±0,33
C17:0	0,49±0,08	0,47±0,08	0,45±0,03	0,50±0,08	0,51±0,13	0,47±0,08	0,45±0,03	0,50±0,08
C17:1 n-7	0,52±0,06	0,58±0,08	0,50±0,07	0,48±0,06	0,53±0,07	0,52±0,22	0,50±0,07	0,48±0,07
C18:0	9,28±1,28	9,87±1,24	9,80±2,18	8,83±1,23	9,47±1,48	9,77±1,16	9,17±1,52	8,75±1,15
C18:1	22,63±2,25	24,55±3,80	22,87±4,48	23,23±4,32	21,69±1,28	24,31±3,75	23,03±4,64	23,05±4,14
C18:2 n-6	2,99±0,58	2,87±0,41	3,29±0,12	3,15±0,31	2,89±0,70	2,96±0,35	3,25±0,09	3,02±0,41
C18:3 n-6	0,85±0,52	0,66±0,38	0,69±0,41	0,76±0,55	0,73±0,64	0,69±0,35	0,69±0,40	0,73±0,59
C18:3 n-3	1,21±0,66	1,17±0,64	1,55±0,75	1,72±0,94	1,24±0,64	1,27±0,62	1,54±0,75	1,87±0,87
C20:0	0,24±0,28	0,26±0,21	0,43±0,26	0,50±0,21	0,32±0,25	0,22±0,19	0,43±0,26	0,52±0,20
Diğer	4,73±2,31	3,51±1,07	4,68±1,22	3,05±1,10	4,32±2,56	3,13±0,88	3,76±1,52	3,07±1,19
SFAs	63,80±6,69	63,49±6,76	63,23±8,33	64,17±6,75	65,45±7,03	63,95±6,16	63,76±6,24	64,36±6,77
MUFAs	26,43±2,89	28,29±4,47	26,57±5,16	27,15±5,31	25,37±2,07	28,52±4,63	26,99±5,14	26,95±5,00
PUFAs	5,04±1,76	4,71±1,43	5,53±1,28	5,64±1,81	4,86±1,98	4,93±1,33	5,49±1,24	5,61±1,87

Kaşar peyniri örneklerinin uçucu lezzet bileşiklerinin belirlenmesinde tepe boşluğu GC-MS tekniği kullanılmış ve tarama modunda (scan mode) yeterli bileşen piki elde edilemediğinden, seçilmiş iyon izleme (selected ion monitoring, SIM) modunda çalışılmıştır. Bu amaçla daha önce kaşar peynirlerinde belirlenen uçucu bileşenlerden standartları temin edilebilen bileşikler kullanılmış ve kalibrasyon grafikleri çizilerek miktar bazında belirleme yapılmıştır. Araştırmamızda çalışılan bileşiklerin alıkonma zamanı ve seçilen seçilmiş iyon izleme değerleri Çizleğe 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5. Çalışılan bileşiklerin alıkonma zamanı ve seçilen seçilmiş iyon izleme (selected ion monitoring, SIM) değerleri

Bileşen	Alıkonma Zamanı (R _T , dakika)	m/z
Dietil eter	4,0	31, 45, 59, 74
Hekzan	4,3	29, 47, 71, 57
Benzen	4,3	54,78
Karbon disülfid	4,7	32, 44, 76
Etil asetat	6,0	28, 43
Formik asit 1-metil propil esteri	6,6	45, 56, 73
2-Propanol (izopropil alkol)	7,6	45, 59
Triklorometan	8,5	47, 58, 83, 100
2-Bütanol	9,3	45, 59
α-Pinen	11,7	93, 105, 121, 136
1-Bütanol	12,4	31, 42, 59
1-Propanol	12,8	31, 42, 59
β-Pinen	14,6	93, 121, 136
1-Bütanol 3-metil (izoamil alkol)	17,5	41, 55, 57, 70
Formik asit oktil esteri	24,0	58, 70, 84
Formik asit	25,3	29, 46
Pirol	25,9	39, 67
Benzaldehit	26,5	51, 77, 106
1-Oktanol	27,1	41, 56, 69, 84
Asetofenon	29,6	51, 77, 105, 120
Fenil etil alkol	35,2	65, 91, 122

Fenol	37,0	39, 66, 94
Kreosol (fenol 4-metil)	38,6	77, 107
Toluen	19,0	19, 91, 65
Asetaldehit	5,0	29, 44
Aseton	5,9	43, 58
Etanol	8,0	31, 45
Diasetil	9,9	43, 86
Asetik Asit	24,6	45
İsobütirik Asit	27,5	43, 73, 88
Bütirik Asit	29,0	43, 60
İsovalerik Asit	30,0	43, 60
Valerik Asit	31,5	60, 73

Araştırmamızda üretilen kaşar peyniri örneklerinde 90 gün depolama süresince belirlenen bazı uçucu lezzet bileşikleri ve konsantrasyonları Tablo 4.6'da verilmiştir. Kaşar peynirlerinde 7 adet alkol grubundan bileşik çalışılmış ve bunlardan en yüksek konsantrasyonlarda olanların 1 ve 2-propanol ile etil alkol olduğu görülmüştür. Üretilen iki grup kaşar peyniri örneğindeki etil alkol konsantrasyonlarının genel olarak depolama süresince arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak kontrol peynirinin daha yüksek konsantrasyonda etil alkol belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda etil alkolün Kaşar peynirinin (Hayaloğlu, 2009) yanı sıra Feta (Bintis ve Robinson, 2004) ve Cheddar (Arora vd., 1995) gibi birçok peynir tipinde bulunan başlıca alkol bileşiği olduğu belirlenmiştir. Kaşar peyniri örneklerimizde düşük konsantrasyonda tespit edilen 3-metil-1-bütanol dallanmış zincirli amino asitlerin (valin, lösin ve izolösin) katabolizması sonucu oluşan aldehitlerden meydana gelmektedir (Engels vd., 1997).

Aldehitler peynir yapısında birikmeyen ve hızla alkollere veya ilgili asitlere dönüşen kimyasal bileşiklerdir. Üretilen kaşar peynirlerinde asetaldehit ve benzaldehit olmak üzere 2 aldehit bileşiğinin konsantrasyonları araştırılmıştır. Aldehitler diğer bazı bileşiklerle kıyaslandığında kaşar peynirlerinde düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Yoğurttaki temel lezzet bileşeni olan asetaldehit peynirlerde laktat metabolizması, etil alkol oksidasyonu veya treonin amino asidinin parçalanması sonucu oluşabilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Üretilen kaşar peynirlerindeki depolama süresince belirlenen asetaldehit konsantrasyonunun birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

Benzaldehitin kaşar peynirlerinde bulunmadığı ya da çok düşük konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinde 3 keton bileşiğinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Bunlardan diasetil (2,3-bütandion) sitrat metabolizması sırasında meydana gelen stabil olmayan α -asetolaktat'tan kaynaklanmaktadır. Diasetil kaşar peynirlerinde çalışılan bileşikler içinde peynirlerde en yüksek konsantrasyonda bulunan bileşiklerden biri olmuştur. Depolamanın 60. günü dışında destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinde kontrol peynirine göre daha yüksek konsantrasyonda diasetil belirlenmiştir. Diasetilin peynirlerde tereyağımsı lezzete katkıda bulunduğu ifade edilmektedir (Clark ve Winter, 2015).

Çalışmamızda 6 asit bileşiğinin konsantrasyonları belirlenmiş ve bunlardan üretilen kaşar peynirlerinde en fazla bulunanların asetik asit ve bütirik asit olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgumuz Hayaloğlu (2009)'un elde ettiği bulgulara benzerlik göstermektedir. Asetik asitin konsantrasyonu depolanın ilk ayına kadar her iki grup peynir örneğinde benzer, sonraki günlerinde kontrol kaşar peyniri örneğinde daha yüksek konsantrasyonda belirlenmiştir. Peynirlerde ransit tattan sorumlu olan ve temelde lipoliz sonucu meydana gelen bütirik asidin peynirlerdeki konsantrasyonu depolama süresince her iki peynir örneğinde de artmıştır. Depolamanın 60 ve 90. günlerindeki kontrol grubu peynir örneklerinin bütirik asit konsantrasyonu destek kültür içeren peynirden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç çalışmamızda izole edilen *L. plantarum*'un destek kültür olarak kullanımının mevcut üretim koşullarında lipolize katkı yapmadığını göstermektedir.

Çalışmamızda yukarıda bahsedilen temel kimyasal gruplara ait bileşiklerin dışında bir kaşar peynirlerinde olgunlaşma sırasında kükürtlü amino asitleri içeren peptitlerin degradasyonu sonucu oluşabilen karbondisülfid, çok düşük konsantrasyonda da olsa karotenin degradasyonu sonucu oluşan tolüen, benzen türevi olan pirol, fenolik bileşiklerden fenol ve kreosol ile diğer bileşiklerden hekzan ve dietileter belirlenmiştir. Aynı bileşikler Hayaloğlu (2009) tarafından eski kaşar peynirlerinde de belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Kaşar peyniri örneklerinde 90 gün depolama süresince belirlenen bazı uçucu lezzet bileşikleri (mg/kg)*

Bileşen	Depolama Süresi (gün)															
	1				30				60				90			
	K	Std	D	Std	K	Std	D	Std	K	Std	D	Std	K	Std	D	Std
Dietileter	2,07	0,58	1,93	1,19	1,54	1,10	0,76	0,86	3,51	2,41	1,73	0,73	4,10	0,46	4,86	4,14
Hekzan	1,04	0,29	0,96	0,59	0,77	0,55	0,38	0,42	1,76	1,21	0,86	0,37	2,05	0,23	2,43	2,07
Karbondisülfid	5,66	1,88	6,37	0,24	11,46	4,27	10,08	0,88	7,51	3,91	7,48	1,24	6,67	1,76	5,60	1,22
Asetaldehit	0,72	0,52	1,09	0,70	1,38	0,64	1,88	0,50	2,11	0,09	3,67	4,67	2,81	1,38	2,05	0,10
Aseton	0,26	0,09	0,13	0,05	0,21	0,08	0,22	0,01	0,27	0,03	0,18	0,06	0,46	0,10	0,44	0,01
Etil asetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-propanol	-	-	-	-	7,68	0,04	7,67	-	7,66	0,06	7,28	-	7,43	-	7,78	0,30
Etanol	11,56	6,48	12,66	8,21	47,28	49,90	10,85	9,15	88,67	12,04	15,74	2,16	190,74	226,87	79,75	1,11
Diasetil	30,08	10,41	85,87	21,48	156,25	80,89	269,87	3,93	518,32	51,15	346,85	15,93	693,39	487,66	708,71	34,59
2-bütanol	-	-	-	-	-	-	15,39	-	-	-	18,31	4,54	42,57	-	-	-
1-propanol	-	-	-	-	-	-	17,11	-	157,03	31,79	28,92	1,90	117,36	131,94	115,63	17,08
3-metil-1-bütanol	0,19	0,11	0,19	0,13	0,67	0,16	0,32	0,10	6,16	0,11	0,45	0,03	13,41	1,76	10,13	0,83
Toluen	-	-	0,01	-	0,01	-	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	-
Asetik Asit	31,75	6,20	36,90	27,36	17,93	0,25	15,34	2,00	37,98	1,80	20,52	9,33	49,25	22,75	33,07	6,70
Formik asit	-	-	-	-	-	-	0,59	-	1,89	0,00	0,59	0,01	1,04	0,02	0,70	0,17
Pirol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,02	0,11	0,06	0,15	0,09	-	-
Benzaldehit	-	-	-	-	1,47	-	1,47	-	0,43	0,16	0,20	0,00	-	-	0,33	0,09
1-oktanol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,00	0,01	-	0,29	0,06	0,03	0,01
3-metil-bütirik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	0,06	-	-	-	-	-	-
Bütirik asit	4,16	4,17	2,49	1,67	12,24	7,66	31,61	12,56	123,00	17,02	75,27	11,77	338,71	111,38	154,92	27,43
Asetofenon	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	0,12	0,07
İsovalerik asit	-	-	-	-	9,70	-	2,26	-	-	-	-	-	10,17	8,25	4,50	-
Valerik asit	-	-	1,03	-	1,26	0,83	2,04	-	8,34	2,60	7,61	1,41	37,09	10,12	11,49	0,39
Fenil etil alkol	5,96	1,49	4,24	1,71	3,11	0,02	3,18	-	3,08	0,01	3,08	0,02	6,52	2,77	3,89	0,35
Fenol	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	0,83	0,16	0,12
Kreosol	0,07	0,00	0,06	-	0,02	0,00	-	-	0,02	0,00	-	-	0,06	0,01	0,04	0,00

*: K: Kontrol kaşar peyniri, D: Destek kültür olarak *L. plantarum*'u içeren kaşar peyniri, Std: Standart sapma

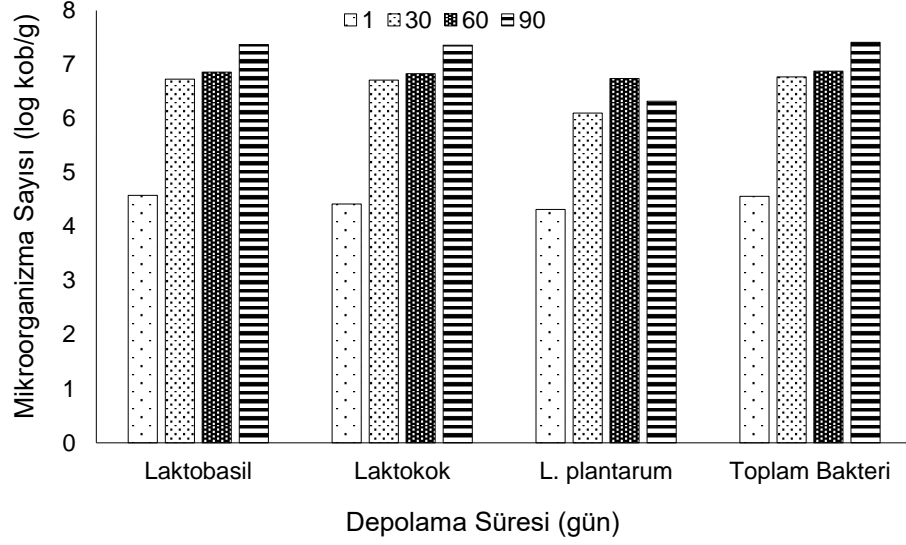
Depolama süresinde kaşar peyniri örneklerinde toplam laktobasil, toplam laktokok, *L. plantarum* ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarının değişimi Tablo 4.7 ile Şekil 4.2 ve 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.7. Depolama süresince kaşar peyniri örneklerinde laktobasil, laktokok, *L. plantarum* ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarının değişimi (log kob/g)

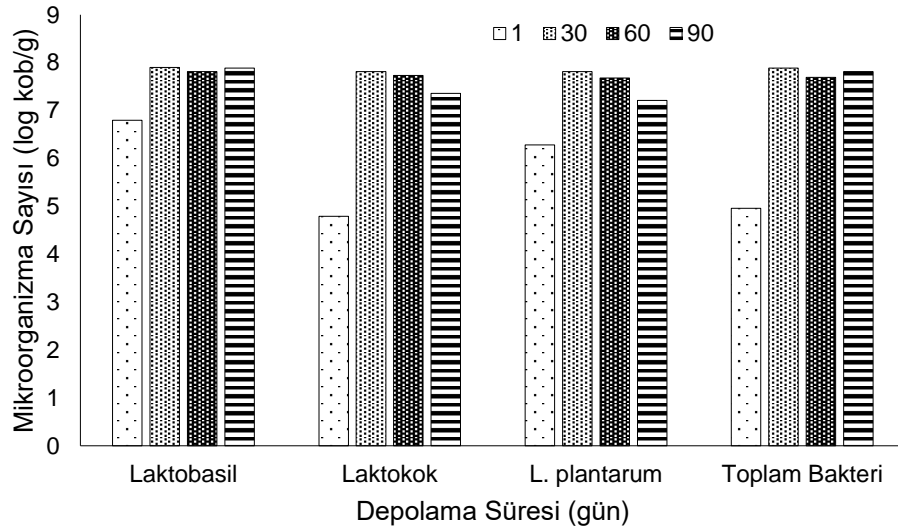
Depolama Süresi (gün)	Kontrol Kaşar Peyniri				<i>L. plantarum</i> Destek Kültürlü Kaşar Peyniri			
	Laktobasil	Laktokok	<i>L. plantarum</i>	Toplam Bakteri	Laktobasil	Laktokok	<i>L. plantarum</i>	TMAB*
1	4,58±1,13	4,42±1,33	4,32±1,22	4,56±1,20	4,80±1,12	4,79±1,28	6,28±0,95	4,96±1,35
30	6,73±0,81	6,71±0,84	6,10±1,70	6,77±0,87	7,90±0,76	7,81±0,69	7,81±1,63	7,89±0,80
60	6,86±1,87	6,83±1,94	6,74±2,00	6,88±1,92	7,81±0,60	7,73±0,54	7,68±0,67	7,69±0,44
90	7,37±0,86	7,36±0,87	6,32±1,18	7,41±0,95	7,89±0,61	7,36±0,13	7,21±1,45	7,81±0,64

*: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri

Kontrol kaşar peyniri örneği ile *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneklerinin toplam laktobasil ve laktokok sayıları karşılaştırıldığında iki mikrobiyal grubun depolamanın birinci gününde destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peynirinde daha yüksek sayıda bulunduğu ancak sözkonusu farklılığın 1 logaritmik birimin altında olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7). *L. plantarum*'un destek kültür olarak kullanıldığı kaşar peynirinde laktobasil sayısının kontrol peynirinden daha yüksek bulunması beklenen bir durumdur. Genel olarak depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde destek kültür kullanılan peynirde kontrol grubuna kıyasla daha yüksek sayıda laktobasil, laktokok ve *L. plantarum* olduğu görülmüştür. Yine depolama süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı beklenildiği biçimde destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peyniri örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. Ancak her iki peynir grubunun, çalışmada incelenen mikrobiyal gruplar açısından farklılıklarının genel olarak 1 logaritmik birimin altında olması peynirlerin mikrobiyal yüklerinin istatistiksel olarak birbirlerine benzer olduğunu göstermektedir. Söz konusu bulgu olgunlaşma parametrelerinde peynirler arasında farklılığın bulunmadığı yönünde elde edilen bulgularla uyumludur.



Şekil 4.2. Depolama süresince kontrol kaşar peyniri örneklerinde farklı mikroorganizma sayılarının değişimi



Şekil 4.3. Depolama süresince destek kültür olarak *L. plantarum* içeren kaşar peyniri örneklerinde farklı mikroorganizma sayılarının değişimi

Araştırmada depolama süresince kontrol ve *L. plantarum*'u destek kültür olarak içeren kaşar peyniri örneklerinin duyu analizi ile belirlenen lezzet açısından beğeni durumu Tablo 4.8'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde otolitik destek kültür ilavesinin peynirlerin duyu lezzet karakteristiği üzerine önemli derecede etki ettiği ($p < 0,05$) ancak depolama süresinin ve destek kültür kullanımı x depolama süresi

interaksiyonunun etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Depolama süresince duyuşal panellerde elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde (her bir peynir için $n=384$) kontrol kaşar peyniri örneğinin ortalama lezzet puanının 4,97, destek kültür kullanılarak üretilen kaşar peyniri örneğinin lezzet puanının 5,28 olduğu ve iki değer arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Elde edilen sonuçlar destek kültür kullanımının genel olarak kaşar peynirinde lezzet açısından tüketici beğenisini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Tablo 4.8. Depolama süresince kaşar peyniri örneklelerinin duyuşal analizler ile belirlenen lezzet açısından beğeni durumu* ($n=48$)

Depolama Süresi (gün)	Kontrol Kaşar Peyniri	<i>L. plantarum</i> Destek Kültürlü Kaşar Peyniri
1	4,66±1,75 ^A	5,28±1,58 ^A
30	5,08±1,50 ^A	5,50±1,40 ^A
60	5,04±1,68 ^A	5,38±1,37 ^A
90	5,10±1,70 ^A	4,94±1,86 ^A

*Aynı sütundaki farklı harfler destek kültür ilavesi x depolama süresi interaksiyonu açısından ortalamalar arasındaki farklılıkların $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu araştırmada otolitik aktivitesi yüksek *L. plantarum*'un (PFC231, 47M07, otoliz oranı %36,88) kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanımının kaşar peynirinin 90 günlük depolama süresince olgunlaşma parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Kaşar peyniri üretiminde endüstriyel koşullarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen bazı sonuçlar ve bundan sonra yapılacak çalışmalar için öneriler aşağıda sunulmuştur.

- *L. plantarum*'un kaşar peyniri üretiminde destek kültür olarak kullanımı peynirlerin başlıca olgunlaşma parametreleri [lipoliz (ADV ve yağ asitleri kompozisyonu) ile proteoliz (olgunlaşma indeksi)] üzerine önemli bir katkı sağlamamıştır.
- Kimyasal analiz sonuçlarıyla farklı olarak, yapılan duyuasal analizde kaşar peyniri üretiminde otolitik *L. plantarum*'un kullanımının kaşar peyniri lezzetini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.
- Duyusal analizlerde elde edilen veriler, çalışmada lezzet bileşiklerinin belirlenmesi için kullanılan enstrümental yöntemle doğrulanamamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda uçucu bileşen ekstraksiyonun katı faz mikro ekstraksiyon yöntemi kullanılması yararlı olabilecektir.
- Çalışmadaki inokulasyon oranlarında başarılı sonuçlar elde edilememesi nedeniyle bundan sonraki çalışmalarda aynı kültürün daha yüksek inokulasyon oranlarında kullanılması tavsiye edilmektedir.
- Peynir retiminde denenmeden önce destek kültür ile halihazırda kullanılan starter kültür/ler aynı ortamda çoğaltılarak gelişim özelliklerinin incelenmesi önerilmektedir.
- Peynirlerin endüstriyel koşullar yerine daha az süt miktarlarıyla üretilmesi, tercihen laboratuvar/pilot tesis koşullarında üretilmesi daha standart üretim koşulları sağlayacağından çalışma sonuçlarına olumlu katkılar yapabilir.

KAYNAKLAR

- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y., 2015. *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. 3. Baskı. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir.
- Al-Saleh, A.A., Ismail, E.A., Metwalli, A.A., 2014. Autolysis detection and evaluation of some lactic acid bacteria by renaturing sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis and polymerase chain reaction assays. *International Journal of Dairy Technology*, 67(2), 290-296.
- Anonim, 2003. TS 1018/T1 İnek Sütü - Çiğ (Tadil Standardı). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Tebliğ No: 2015/6), 8 Şubat 2015 Tarih ve 29261 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2019. <https://www.creative-proteomics.com/services/peptidoglycan-structure-analysis.htm>. Erişim Tarihi: 05.02.2019.
- Arora, G., Cormier, F., Lee, B., 1995. Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GCMS/ Sniffing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 748-752.
- Axelsson, L., 1998. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: *Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects*, Second Edition, Salminen, S., von Wright, A. (Editors), Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp. 1-72.
- Azarnia, S., Robert, N., Lee, B., 2006. Biotechnological methods to accelerate cheddar cheese ripening. *Critical Reviews in Biotechnology*, 26(3), 121-143.
- Bintis, T., Robinson, R.K., 2004. A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 88, 435-441.
- Bourdat-Deschamps, M., Le Bars, D., Yvon, M., Chapot-Chartier, M., 2004. Autolysis of *Lactococcus lactis* AM2 stimulates the formation of certain aroma compounds from amino acids in cheese model. *International Dairy Journal*, 14, 791-799.
- Bujalance, C., Jimenez-Valera, M., Moreno, E., Ruiz-Bravo, A., 2006. A selective differential medium for *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Microbiological Methods*, 66, 572-575.
- Chapot-Chartier, M., Kulakauskas, S., 2014. Cell wall structure and functions in lactic acid bacteria. *Microbial Cell Factories*, 13, 1-23.
- Chapot-Chartier, M.P., Deniel, C., Rousseau, M., Vassal, L., Gripton, J.C., 1994. Autolysis of two strains of *Lactococcus lactis* during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 4, 251-269.

- Clark, S., Winter, C.K., 2015. Diacetyl in foods: a review of safety and sensory characteristics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 634-643.
- Crow, V.L., Martley, F.G., Coolbear, T., Roundhill, S.J., 1995. The influence of phage assisted lysis of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ML8 on Cheddar cheese ripening, *International Dairy Journal*, 5, 451-472.
- Cibik, R., Chapot-Charter, M.-P., 2000. Autolysis of dairy leuconostoc and detection of peptidoglycan hydrolases by renaturing SDS-PAGE. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 862-869.
- Cibik, R., Chapot-Charter, M.-P., 2004. Characterization of autolytic enzymes in *Lactobacillus pentosus*. *Letters in Applied Microbiology*, 38, 459-463.
- Colakoglu, H., Gursoy, O., 2011. Effect of lactic adjunct cultures on conjugated linoleic acid (CLA) concentration of yogurt drink. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 60-64.
- Cogan, T.M., Beresford, T.P., 2002. *Microbiology of hard cheese*, (pp: 515–560). In: Robinson, R.K. (ed.), *Dairy Microbiology Handbook*, John Wiley and Sons, New York, USA.
- Çıbık, R., 2010. Biochemical factors influencing autolysis of Leuconostocs in buffer. *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 29(1), 37-41.
- Çökmüş, C., 2010. *Brock Mikroorganizmaların Biyolojisi*, Çev. Ed: Prof. Dr. Cumhuri Çökmüş, Onbirinci Baskıdan Çeviri, 2010 (*Brock Biology of Microorganisms*, M.T. Madigan, J. M. Martinko, 11th Ed., 2006).
- Dako, E., El-Soda, M., Vuilleumard, J.C., Simard, R.E., 1995. Autolytic properties and aminopeptidase activities of lactic acid bacteria. *Food Research International*, 28, 503-509.
- De la Fuente, M.A., Juárez, M., 1993. Review: Determination of free fatty acids in dairy products. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 33(3), 247-269.
- El-Din, B.B., El-Soda, M., Ezzat, N., 2002. Proteolytic, lipolytic and autolytic activities of enterococci strains isolated from Egyptian dairy products. *Lait*, 82, 289-304.
- El-Kholy, W., El-Soda, M., Ezzat, N., El Shafei, H., 1998. Autolysis and intracellular enzyme release from cheese related dairy lactobacilli. *Lait*, 78, 439-452.
- El Soda, M. 1986. Acceleration of cheese ripening: Recent advances. *Journal of Food Protection*, 49, 395-399.
- El-Soda, M., 1993. The role of lactic acid bacteria in accelerated cheese ripening. *FEMS Microbiology Reviews*, 12, 239-252.

- El Soda, M., Farkye, N., Vuilleumard, J.C., Simard, R.E., Olson, N.F., El Kholly, W., Dako, E., Medrano, E., Gaber, M., Lim, L., 1995. *Autolysis of Lactic Acid Bacteria: Impact on Flavour Development in Cheese*. In: *Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence*, G. Charalambous (Ed.), Elsevier Science, Amsterdam, pp. 2205-2273.
- El-Soda, M., Awad, A., 2011. *Accelerated cheese ripening*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, Fuguay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Editors), Elsevier Ltd., UK, pp.795-798.
- Engels, W.J.M., Dekker, R., De Jong, C., Neeter, R., Visser, S., 1997. A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7, 255-263.
- Florou-Paneri, P., Christaki, E., Bonos, E., 2013. *Lactic Acid Bacteria as Source of Functional Ingredients*. In: M. Kongo (Ed.), *Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes*, IntechOpen, Croatia, pp. 589-614.
- Fox, P.F., 2011. *Overview: Cheese*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, Fuguay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Editors), Elsevier Ltd., UK, pp. 534-535.
- Fox, P.F., Wallace, J.M., Morgan, S., Lynch, C.M., Niland, E.J., Tobin, J., 1996. Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek*, 70, 271-297.
- Fox, P.F., 1998. Acceleration of cheese ripening. *Food Biotechnology*, 2(2), 133-185.
- Freitas, A.C., Rodrigues, D., Duarte, A.C., Gomes, A.M., 2013. The principles of cheese making: an overview. In: Preedy V.R., Watson R.R., Patel V.B (eds), *Hand Book of Cheese in Health: Production, Nutrition and Medical Sciences*. Human Health Handbooks No: 6, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Göze, D., 2018. Kaşar Peynirinin Olgunlaşmasının Hızlandırılmasında Otolitik Özellikli *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*'in Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur.
- Gunasekaran, S., Ak., M.M., 2003. *Cheese Rheology and Texture*. CRC Press, Florida, USA.
- Gürsoy, O., Kesenkaş, H., 2011. Peynir Mikrobiyolojisi (Bölüm V, Sayfa: 79-119). *Peynir Biliminin Temelleri*. 1. Baskı. Editörler: A.A. Hayaloğlu, B. Özer. Sidas Medya Ltd. Şti., Çankaya, İzmir, 643s.
- Hannon, J.A., Kilcawley, K.N., Wilkinson, M.G., Delahunty, C.M., Beresford, T.P., 2007. Flavour precursor development in Cheddar cheese due to lactococcal starters and the presence and lysis of *Lactobacillus helveticus*. *International Dairy Journal*, 17, 316-327.

- Hannon, J.A., Wilkinson, M.G., Delahunty, C.M., Wallace, J.M., Morrissey, P.A., Beresford, T.P., 2003. Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 13, 313-323.
- Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., Hannon, J.A., McSweeney, P.L.H., 2004. Proteolysis in Turkish White brined cheese made with defined strains of *Lactococcus*. *International Dairy Journal*, 14(7), 599-610.
- Hayaloglu, A.A., Fox, P.F., Guven, M., Cakmakci, S., 2007. *Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. Lait*, 87, 79-95.
- Hayaloglu, A.A., 2009. Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1388-1394.
- Husson-Kao, C., Mengaud, J., Gripon, J.-C., Laurent Benbadis, Chapot-Chartier, M.-P., 1999. The autolysis of *Streptococcus thermophilus* DN-001065 is triggered by several food-grade environmental signals. *International Dairy Journal*, 9(10), 715-723.
- Husson-Kao, C., Mengaud, J., Gripon, J.C., Benbadis, L., Chapot-Chartier, M.P., 2000. Characterization of *Streptococcus thermophilus* strains that undergo lysis under unfavourable environmental conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 55(1-3), 209-213.
- Kang, O.J., Vézinz, L.-P., Laberge, S., Simard, R.E., 1998. Some factors influencing the autolysis of *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus casei*. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 639-646.
- Kawabata, S., Vassal, L., Le Bars, D., Cesselin, B., Nardi, M., Gripon, J.C., Chapot-Chartier, M.P., 1997. Phage-induced lysis of *Lactococcus lactis* during Saint-Paulin cheese ripening and its impact on proteolysis. *Lait*, 77, 229-239.
- Kenny, O., FitzGerald, R.J., O’Cuinn, G, Beresford, T., Jordan, K., 2005. Comparative analysis of the autolytic potential of *Lactobacillus helveticus* strains during Cheddar cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 58(4), 207-213.
- Kenny, O., FitzGerald, R.J., O’Cuinn, G, Beresford, T., Jordan, K., 2006. Autolysis of selected *Lactobacillus helveticus* adjunct strains during Cheddar cheese ripening. *International Dairy Journal*, 16, 797-804.
- Kılıç, S., 2010. *Süt Mikrobiyolojisi*. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, 643s.
- Kınık, O., Gursoy, O., Seckin, A.K., 2005. Cholesterol content and fatty acid composition of most consuming Turkish hard and soft cheeses. *Czech Journal of Food Sciences*, 23(4), 166-172.
- Kiernan, R.C., Beresford, T.P., O’Cuinn, G., Jordan, K.N., 2000. Autolysis of lactobacilli during Cheddar cheese ripening. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 39, 95-106.

- Koch, S., Oberson, G., Eugster-Meier, E., Meile, L., Lacroix, C., 2007. Osmotic stress induced by salt increases cell yield, autolytic activity, and survival of lyophilization of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. *International Journal of Food Microbiology*, 117, 36-42.
- Korhonen, J., 2010. Antibiotic Resistance of Lactic Acid Bacteria. PhD Dissertation, Faculty of Forestry and Natural Sciences, Department of Biosciences, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland.
- Kozakova, D., Solichova, K., Ondrackova, I., Svirakova, E., Plockova, M., 2010. Effect of some environmental factors on autolysis of lactococci used for cheese production. *Journal of Food and Nutrition Research*, 49(1), 1-9.
- Kuchroo, C.N., Fox, P.F., 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37, 331-335.
- Langsrud, T., Landaas, A., Castberg, H.B., 1987. Autolytic properties of different strains of group N streptococci. *Milchwissenschaft*, 42, 556-560
- Lazzi, C., Povolò, M., Locci, F., Bernini, V., Neviani, E., & Gatti, M., 2016. Can the development and autolysis of lactic acid bacteria influence the cheese volatile fraction? The case of Grana Padano. *International Journal of Food Microbiology*, 233, 20-28.
- Lemée, R., Rouault, A., Guezenc, S., Lortal, S., 1994. Autolysis of 57 strains of dairy propionibacteria. *Lait*, 74, 241-251.
- Lortal, S., Lemée, R., Valence, F., 1997. Autolysis of thermophilic lactobacilli and dairy propionibacteria: a review. *Lait*, 77, 133-150.
- Lortal, S., Chapot-Chartier, M.-P., 2005. Role, mechanisms and control of lactic acid bacteria lysis in cheese. *International Dairy Journal*, 15, 857-871.
- Martinez, R.C.R., Staliano, C.D., Vieira, A.D., Villarreal, M.L.M., Todorov, S.D., Saad, S.M.I., Franco, D.G.M., 2015. Bacteriocin production and inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* 2a in a potentially synbiotic cheese spread. *Food Microbiology*, 48, 143-152.
- Masuda, T., Hidaka, A., Kondo, N., Ura, T., Itoh, T., 2005. Intracellular enzyme activities and autolytic properties of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus gasseri*. *Food Science and Technology Research*, 11, 328-331.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- Mou, L., Sullivan, J.J., Jago, G.R., 1976. Autolysis of *Streptococcus cremoris*. *Journal of Dairy Research*, 43(2), 275-282.

- Murga, M.L.F., Holgado A.P.R., de Valdez, G.F., 1995. Influence of the incubation temperature on the autolytic activity of *Lactobacillus acidophilus*. *The Journal of Applied Bacteriology*, 78(4), 426-429.
- Ohmiya, K., Sato, Y., 1975. Promotion of autolysis in Lactobacilli. *Agricultural and Biological Chemistry*, 39(3), 585-589.
- Olson, N.F., 1990. The impact of lactic acid bacteria on cheese flavor. *FEMS Microbiology Reviews*, 87, 131-148.
- Østlie, H., Vegarud, G., Langsrud, T., 1995. Autolysis of dairy propionibacteria in buffer systems. *Journal of Dairy Science*, 78(11), 2315-2325.
- Ouzari, H., Cherif, A., Mora, D., 2002. Autolytic phenotype of *Lactococcus lactis* strains isolated from traditional Tunisian dairy products. *Journal of Applied Microbiology*, 92(5), 812-820.
- Özer, B.H., Uzun, Y.S., Kırmacı, H.A., 2008. Effect of microencapsulation on viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-12 during kasar cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 61(3), 237-244.
- Ramirez-Nunez, J., Romero-Medrano, R., Nevarez-Moorillion, G.V., Gutierrez-Mendez, N., 2011. Effect of pH and salt gradient on the autolysis of *Lactococcus lactis* strains. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 1495-1499.
- Renner, E., 1993. Milchpraktikum Skriptum zu den Übungen, Justus Liebig Universität, Giesen, Germany.
- Riepe, H.R., Pillidge, C.J., Gopal, P.K., McKay, L.L., 1997. Characterization of the highly autolytic *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* strains CO and 2250. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(10), 3757-3763.
- Rolain, T., Bernard, E., Courtin, P., Bron, P. A., Kleerebezem, M., Chapot-Chartier, M.-P., & Hols, P., 2012. Identification of key peptidoglycan hydrolases for morphogenesis, autolysis, and peptidoglycan composition of *Lactobacillus plantarum* WCFS1. *Microbial Cell Factories*, 11(1), 137.
- Ryan, M.P., Rea, M.C., Hill, C., Ross, R.P., 1996. An application in cheddar cheese manufacture for a strain of *Lactococcus lactis* producing a novel broad-spectrum bacteriocin, lacticin 3147. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(2), 612-619.
- Sert, D., Ayar, A., Akın, N., 2007. The effects of starter culture on chemical composition, microbiological and sensory characteristics of Turkish Kaşar Cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 60, 245-252.
- Sharma, A.K., Kumar, S., Harish, K., Dhakan, D.B., & Sharma, V.K., 2016. Prediction of peptidoglycan hydrolases- a new class of antibacterial proteins. *BMC Genomics*, 17(1), 411.

- Shockman, G.D., Daneo-Moore, L., Kariyama, R., Massidda, O., 1996. Bacterial walls, peptidoglycan hydrolases, autolysins and autolysis. *Microbial Drug Resistance*, 2, 95-98.
- Smit, G., Verheul, A., van Kranenburg, R., Ayad, E., Siezen, R., Engels, W., 2000. Cheese flavour development by enzymatic conversions of peptides and amino acids. *Food Research International*, 33, 153-160.
- Steele, J., Broadbent, J., Kok, J., 2013. Perspectives on the contribution of lactic acid bacteria to cheese flavor development. *Current Opinion in Biotechnology*, 24, 135-141.
- Suvorov, M., Fisher, J.F., Mobashery, S., 2009. Bacterial Cell Wall: Morphology and Biochemistry. In: Goldman E., Green L.H. (eds) *Practical Handbook of Microbiology*, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, USA.
- Todar, K., 2018. *Structure and Function of Bacterial Cells. Todar's Online Textbook of Bacteriology*, http://www.textbookofbacteriology.net/structure_5.html, Erişim Tarihi: Ağustos, 2018.
- Tomaro-Duchesneau, C., Jones, M.L., Shah, D., Jain, P., Saha, S., Prakash, S., 2014. Cholesterol assimilation by *Lactobacillus* probiotic bacteria: An *in vitro* investigation. *BioMed Research International*, Article ID 380316, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/2014/380316>.
- Tortora, G.J., Funke, B.R., Case, C.L., 2013. *Microbiology, An Introduction*. Eleventh Edition, Pearson Education Inc., Glenview, IL, USA.
- Ulusal Süt Konseyi, 2018. Türkiye Süt Sektör İstatistikleri Özet Raporu, Ankara.
- Urbach, G., 1995. Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. *International Dairy Journal*, 5, 877-903.
- Uysal, H., Kınık, Ö., Kavas, G., 2004. Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 560, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Üçüncü, M. 2004. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi* (Cilt II). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Valence, F., Deutsch, S-M., Richoux, R., Gagnaire, V., Lortal, S. 2000. Autolysis and related proteolysis in Swiss cheese for two *Lactobacillus helveticus* strains. *Journal of Dairy Research*, 67, 261-271.
- Visweswaran, G.R.R., Kurek, D., Szeliga, M., Pastrana, F.R., Kuipers, O.P., Kok, J., Buist, G., 2016. Expression of prophage-encoded endolysins contributes to autolysis of *Lactococcus lactis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(3), 1099-1110.

- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., Wehrmüller, K., 2008. Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88, 389-405.
- Wilkinson, M.G., 1993. Acceleration of Cheese Ripening. In: Fox P.F. (eds) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Springer, Boston, MA, USA.
- Yılmaz, M., Seçilmiş, H., 2006a. Bazı serbest yağ asitlerinin metanolik HCl ortamında türevlendirilmesindeki koşulların incelenmesi. III Ulusal Analitik Kimya Kongresi. Çanakkale.
- Yılmaz, M., Seçilmiş, H., 2006b. Gaz kromatografisi headspace sistemi ile süt ürünlerinde bazı aroma bileşenlerinin analizi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiriler Kitabı Sayfa: 625-628, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Yvon, M., Rijnen, L., 2001. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11, 185-201.
- Zambonelli, C., Chiavari, C., Benevelli, M., Coloretti, F., 2002. Effects of lactic acid bacteria autolysis on sensorial characteristics of fermented foods. *Food Technology and Biotechnology*, 40(4), 347-351.

EKLER

EK-1

Panelist Numarası:.....

KAŞAR PEYNİRİ DUYUSAL TESTİ

Sayın Panelist,

ÖRNEK NO:.....

LEZZET Açısından beğeni durumu

- Çok beğendim.
 Orta derecede beğendim.
 Biraz beğendim.
 Ne beğendim ne de beğenmedim.
 Biraz beğenmedim.
 Orta derecede beğenmedim.
 Hiç beğenmedim.

Açıklama:.....

.....
.....
.....

Panelist Yaşı:.....

Panelist Cinsiyeti: Erkek Kadın

Panelist Çalışma Durumu: Öğrenci İdari Personel
 Akademik Personel Diğer

Katılımınız İçin Teşekkür Ederiz.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ersin DERE
Doğum Yeri : Tefenni
Doğum Tarihi : 21.05.1978
Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu

Lise : Antalya Lisesi, Antalya (1994)
Lisans : Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli (2002)
Yüksek : Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Lisans Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur (2019)

Mesleki Tecrübe

- Üretim Müdürü, Zerenler Süt Ürünleri Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti., Çamlıca Mahallesi 1762 Sokak No:6 Organize Sanayi Bölgesi Bucak/Burdur (2003-Devam Ediyor)