



EGE ÜNİVERSİTESİ

DOKTORA TEZİ

**MİHALIÇ PEYNİRİ ÜRETİMİNDE
FARKLI STARTER KÜLTÜR
KOMBİNASYONLARI KULLANIMI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Elif ÖZER

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Harun KESENKAŞ

0Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 07.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**MİHALIÇ PEYNİRİ ÜRETİMİNDE
FARKLI STARTER KÜLTÜR
KOMBİNASYONLARI KULLANIMI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Elif ÖZER

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Harun KESENKAŞ

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 07.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

Elif ÖZER tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Mihaliç Peyniri Üretiminde Farklı Starter Kültür Kombinasyonları Kullanımı Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 07.08.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof.Dr. Necati AKBULUT
Raportör Üye : Prof.Dr. A. Sibel AKALIN
Üye : Doç.Dr. Harun KESENKAŞ
Üye : Doç.Dr. Nurcan KOCA
Üye : Doç.Dr. Tülay ÖZCAN

İmza

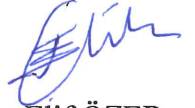
.....
.....
.....
.....
.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Mihaliç Peyniri Üretiminde Farklı Starter Kültür Kombinasyonları Kullanımı Üzerine Bir Araştırma” 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, 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 ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

07 / 08 / 2015


Elif ÖZER

ÖZET**MİHALİÇ PEYNİRİ ÜRETİMİNDE FARKLI STARTER KÜLTÜR
KOMBİNASYONLARI KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

ÖZER, Elif

Doktora Tezi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Harun KESENKAŞ

Ağustos 2015, 135 sayfa

Bu çalışmada ekonomik olarak önem arz eden yöresel peynirlerimizden Mihaliç Peyniri üretiminde farklı starter kültür kombinasyonları ve haşlama sıcaklıkları denenmiş, en uygun kültür kombinasyonu ve haşlama sıcaklığının seçilmesi, böylelikle üretimde bir standardizasyon sağlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla *Propionibacterium* spp., *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris*'den oluşan starter kültür kombinasyonları kullanılmış, kontrol grubunda ise kültür kullanılmamıştır. Araştırmada aynı kültür kombinasyonlarının kullanıldığı peynirlerde 45°C ve 40°C olmak üzere iki farklı haşlama uygulanmıştır. 90 gün olgunlaştırılan peynirler depolama süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler bakımından değerlendirilmiştir. Mikrobiyolojik açıdan kültür bakterilerinin depolama süresince büyük ölçüde aktivitelerini korudukları görülmüştür. Çalışmamızda tüm peynirlerde Mihaliç peynirine özgü karakteristik gözenek oluşumunun meydana geldiği belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda starter kültür kullanımının Mihaliç peynirlerinin kalite özelliklerine olumsuz etki etmemiş, aksine peynirlerde olgunlaşmayı hızlandırmış ve duyuşal özellikler bakımından önemli katkılar sağlamıştır.

Anahtar sözcükler: Mihaliç peyniri, starter kültür, propiyonik asit bakterileri, olgunlaşma.

ABSTRACT**A RESEARCH ON USING DIFFERENT STARTER CULTURE
COMBINATIONS IN MİHALIÇ CHEESE PRODUCTION**

ÖZER, Elif

PhD in Dairy Technology

Supervisor: Assoc.Prof. Harun KESENKAŞ

August 2015, 135 pages

In this study, in the production of Mihaliç cheese, which is one of our traditional cheeses that has economic importance, different starter culture combinations and cooking temperatures were used, choosing the best culture combination and cooking temperature to provide standardization was aimed. For this purpose, starter culture combinations consisting *Propionibacterium* spp., *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* were used, no culture was used for control group. In the research, for cheeses with same culture combinations, two different cooking temperatures including 45°C and 40°C were used. In our study, it was determined that characteristic eyes formation for Mihaliç cheese was occurred for all cheeses. Cheeses ripened for 90 days were evaluated during the storage in terms of features physical, chemical, microbiological and sensory properties by comprising previous studies. From the microbiological point it was seen that culture bacteria have protect their activities substantially. In our study for all cheeses eye formation, which is characteristic feature of Mihaliç cheese, is determined. Result of the evaluations, using starter culture has no adversely affect to quality characteristics of Mihaliç cheeses, on the contrary starter culture accelerated ripening and in point of sensory characteristics it provided important contributions to cheeses.

Keywords: Mihaliç cheese, starter culture, propionic acid bacteria, ripening.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince yakın ilgisini ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç.Dr. Harun KESENKAŞ'a, katkı ve önerileriyle çalışmalarına destek olan Prof.Dr. Necati AKBULUT'a, Prof.Dr. A. Sibel AKALIN'a, Doç.Dr. Nurcan KOCA'ya ve Doç.Dr. Tülay ÖZCAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yakın ilgi ve destekleri için Doç.Dr. Nayil Dinkçi'ye, Doç.Dr. Fatih ŞEN'e ve Ziraat Müh.Dr. Oktay YERLİKAYA'ya teşekkürlerimi borç bilirim. Yardımları için Ziraat Müh. Didem EKİN'e, Ziraat Müh. Zeynep BÜLBÜL'e ve bölüm öğretim üyeleri ile bölüm personeline teşekkür ederim.

Peynir üretimini gerçekleştirdiğim, Koyu Mandıra Ltd.Şti.'nin şirket yöneticisi ve kıymetli çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca her türlü fedakarlıkları ve sonsuz sabırları için aileme, eşim Osman ÖZER'e ve kızım Özde Derin'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Geleneksel Mihaliç Peyniri Üretim Teknolojisi	4
2.2. Mihaliç Peynirinin Kimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri	5
2.3. Mihaliç Peyniri ile İlgili Mikrobiyolojik Çalışmalar	9
2.4. Peynir Teknolojisinde Starter Kültür Kullanımı ve Mihaliç Peyniri Üretiminde Kullanılan Kültürlerin Özellikleri	11
2.4.1. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i>	14
2.4.2. <i>Streptococcus thermophilus</i>	14
2.4.3. <i>Lactobacillus helveticus</i>	15

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

2.4.4. Propiyonik asit bakterileri	16
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1. Materyal	22
3.2. Mihaliç Peyniri Üretiminde Kullanılan Starter Kültürleri	22
3.3. Metot	24
3.3.1. Deneme planı	24
3.3.2. Kültürlerin aktivasyonu.....	26
3.3.3. Peynir üretimi.....	26
3.3.4. Çiğ süt analizleri ve peynir randımanı	30
3.3.5. Peyniraltı suyu analizleri.....	30
3.3.6. Peynir örnekleri için kimyasal analiz metotları	30
3.3.7. Mikrobiyolojik analizler	36
3.3.8. Duyusal analizler.....	37
3.3.9. İstatiksel analiz metotları	37

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Üretimde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri ve Peynir Randımanları	38
4.2. Mihaliç Peyniri Üretiminde Elde Edilen Peyniraltı Sularının Özellikleri.....	39
4.3. Mihaliç Peynirlerinin Kurumadde İçerikleri	40
4.4. Mihaliç Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ İçerikleri.....	43
4.5. Mihaliç Peynirlerinin Tuz ve Kurumaddede Tuz İçerikleri	47
4.6. Mihaliç Peynirlerinin pH ve Titrasyon Asitliği Değerleri	50
4.7. Mihaliç Peynirlerinin Toplam Azot ve Protein İçerikleri.....	54
4.8. Mihaliç Peynirlerinin Suda Çözünen Azot ve Olgunlaşma İndeksi Değerleri.....	57
4.9. Mihaliç Peynirlerinin %12 TCA'da Çözünen Azot ve Olgunlaşma İndeksi Değerleri	63
4.10. Mihaliç Peynirlerinin Yağ Asitleri Değerleri	67
4.11. Mihaliç Peynirlerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu	70
4.12. Mihaliç Peynirlerinde Organik Asit Miktarları	78
4.13. Mihaliç Peynirlerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	91

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.14. Mihaliç Peynirlerinin Duyusal Özellikleri	100
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR DİZİNİ	115
ÖZGEÇMİŞ	135
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Kültür olarak kullanılan propiyonik asit bakterisinin mikroskopik görüntüsü.....	23
3.2 Kültür olarak kullanılan <i>Lactobacillus helveticus</i> 'un mikroskopik görüntüsü.....	23
3.3 Kültür olarak kullanılan <i>Streptococcus thermophilus</i> 'un mikroskopik görüntüsü.....	24
3.4 Kültürlü Mihaliç Peyniri üretimi	27
3.5 Çiğ sütün pastörizasyonu.....	28
3.6 Haşlama sonrası telemenin alınması	28
3.7 Telemenin asılması.....	29
3.8 Mihaliç Peyniri	29
4.1 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumadde miktarlarındaki değişim(%)......	43
4.2 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince yağ miktarlarındaki değişim.....	46
4.3 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumaddede yağ miktarlarındaki değişim	46
4.4 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tuz miktarlarındaki değişim.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumaddede tuz miktarlarındaki değişim	50
4.6 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince pH değerlerindeki değişim.....	52
4.7 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.....	54
4.8 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince toplam azot miktarlarındaki değişim	55
4.9 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince protein miktarlarındaki değişim	57
4.10 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince suda çözünen azot miktarlarındaki değişim	60
4.11 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim	62
4.12 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince TCA'da çözünen azot miktarlarındaki değişim	66
4.13 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince TCA olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim.....	67
4.14 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince serbest yağ asitleri değerlerindeki değişim.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.15 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince propiyonik asit miktarlarındaki değişim	80
4.16 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince süksinik asit miktarlarındaki değişim.....	82
4.17 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince sitrik asit miktarlarındaki değişim.....	83
4.18 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince ürik asit miktarlarındaki değişim.....	85
4.19 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince asetik asit miktarlarındaki değişim.....	86
4.20 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince laktik asit miktarlarındaki değişim.....	88
4.21 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince formik asit miktarlarındaki değişim.....	89
4.22 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince <i>L. helveticus</i> sayılarındaki değişim.....	92
4.23 <i>L. helveticus</i> 'un besiyerinde gelişimi	93
4.24 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince <i>S. thermophilus</i> sayılarındaki değişim.....	94
4.25 <i>S. thermophilus</i> 'un besiyerinde sayımı.....	95

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.26 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince <i>Leuconostoc mesentroides</i> ssp. <i>cremoris</i> sayılarındaki değişim.....	96
4.27 <i>L. mesentroides</i> ssp. <i>cremoris</i> 'in besiyerinde sayımı	97
4.28 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince propiyonik asit bakterisi sayılarındaki değişim.....	98
4.29 Propiyonik asit bakterilerinin besiyerinde sayımı	99
4.30 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince renk ve görünüş puanlarındaki değişim.....	101
4.31 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince homojen gözenek dağılımı puanlarındaki değişim	103
4.32 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tekstür puanlarındaki değişim.....	104
4.33 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tuzluluk duyusal puanlarındaki değişim	106
4.34 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tat ve aroma yoğunluğu puanlarındaki değişim.....	107
4.35 Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince toplam duyusal puanlarındaki değişim	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Çeşitli kaynaklardan izole edilen propiyonik asit bakterileri	18
2.2 Propiyonik asit bakterileri tarafından üretilen bazı bakteriyosinler	21
3.1 Mihaliç peyniri üretiminde denemenin düzenlenmesi	25
3.2 Kültür bakterileri için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları	36
4.1 Mihaliç peynir örneklerinin randımanları	39
4.2 Mihaliç peyniri üretiminde elde edilen peyniraltı sularının özellikleri	39
4.3 Mihaliç peynir örneklerinin kurumadde içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	42
4.4 Mihaliç Peyniri örneklerinin yağ ve kurumaddede yağ içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	45
4.5 Mihaliç Peyniri örneklerinin tuz ve kurumaddede tuz içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	48
4.6 Mihaliç Peyniri örneklerinin pH değerlerinde ve titrasyon asitliği değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.7 Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen toplam azot ve protein miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	55
4.8 Mihaliç Peyniri örneklerinin suda çözünen azot miktarlarında ve olgunlaşma indeksi değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	59
4.9 Mihaliç Peyniri örneklerinin TCA çözünen azot miktarlarında ve olgunlaşma indeksi değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	65
4.10 Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen serbest yağ asitleri miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	68
4.11 Farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen Mihaliç peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonu (doymuş yağ asitleri)	74
4.12 Farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen Mihaliç peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonu (doymamış yağ asitleri)	76
4.13 Mihaliç Peyniri örneklerinin propiyonik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	79
4.14 Mihaliç Peyniri örneklerinin süksinik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	81
4.15 Mihaliç Peyniri örneklerinin sitrik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	83

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.16 Mihaliç Peyniri örneklerinin ürik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	84
4.17 Mihaliç Peyniri örneklerinin asetik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	85
4.18 Mihaliç Peyniri örneklerinin laktik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	87
4.19 Mihaliç peyniri örneklerinin formik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	89
4.20 Mihaliç Peyniri örneklerinin <i>L. helveticus</i> sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	92
4.21 Mihaliç Peyniri örneklerinin <i>S. thermophilus</i> sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	94
4.22 Mihaliç Peyniri örneklerinin <i>Leuconostoc mesentroides</i> ssp. <i>Cremoris</i> sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	96
4.23 Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen propiyonik asit bakterisi miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	98
4.24 Mihaliç Peyniri örneklerinin renk ve görünüş puanları ve olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.....	101
4.25 Mihaliç Peyniri örneklerinin homojen gözenek dağılımı puanları ve olgunlaşma süresince değişiklikler	102

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.26 Mihaliç peynir örneklerinin tekstür puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	104
4.27 Mihaliç peyniri örneklerinin tuzluluk duyusal puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler	105
4.28 Mihaliç peynir örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca tat ve aroma yoğunluğunda meydana gelen değişiklikler	107
4.29 Mihaliç peynir örneklerinin toplam duyusal puanlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişiklikler	108

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	santigrat (celsius)
<i>ml</i>	mililitre
<i>L</i>	litre
<i>g</i>	gram
<i>kg</i>	kilogram
<i>mg</i>	miligram
<u>Kısaltmalar</u>	
kob	koloni oluşturan birim
log	logaritma

1. GİRİŞ

Tarihi çok eskilere dayanan peynir başlangıçta raslantı sonucu elde edilmiştir (Kılıç, 2011). Peynirin ilk kez ne zaman ve nerde üretildiğine dair kesin bilgiler bulunmamakla birlikte, çok uzun yıllar önce Orta Asya'da göçebe Türk boylarının peynir ve benzeri süt ürünlerini ürettikleri bilinmektedir. Peynirin Avrupa'daki tarihi ise Roma dönemi öncesine dayanmaktadır. Orta Asya'da peynir tarihi çok daha eski olsa da iklim ve coğrafi özelliklerden dolayı Avrupa ülkelerinde yayılımı çok hızlı olmuştur (Özer ve Hayaloğlu, 2011).

Dünya genelinde peynir üretiminin en yaygın olduğu yerler AB-27 ülkeleri ile Kuzey Amerika'dır. Bu ülkelerde peynir endüstrisinin temel itici gücü ABD olarak görülmektedir. Dünyada peynir ihracatının %38'ini AB-27 ülkeleri karşılarken, AB ülkeleri içerisinde en fazla peynir ihracatını Almanya yapmakta, en çok geliri ise Fransa elde etmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Türkiye'de ise 2008 yılı itibariyle toplam süt üretiminin %56'sı peynir üretimine ayrılmaktadır (TEAE, 2007). 2010 yılının ilk 11 ayında ülkemizde toplam peynir üretimi yaklaşık 460.000 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2011), kişi başına düşen peynir tüketimi ise yaklaşık 5 kg olmuştur. Türkiye'de üretimi en çok yapılan peynir çeşitleri başta Beyaz peynir, daha sonra ise Kaşar, Tulum, Mihaliç peyniri ve Otlu peynirlerdir (Demir, 2008; Aday, 2010). Ülkemizde üretilen peynir çeşitlerinin tüketimdeki paylarına baktığımızda ise %85-89'unu Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin, %11-15'ini ise çeşitli yöresel peynirlerin oluşturduğunu görmekteyiz. Yöresel peynirler kültürümüzün çok önemli bir parçası olmakla birlikte, birçok çeşidimiz yörenin sosyoekonomik koşullarına bağlı olarak unutulmaya yüz tutmuş durumdadır (Aday, 2010).

Kaliteli ve sağlıklı bir peynir üretimi için, hammaddenin yani sütün mikroorganizma riskinden kurtarılması amacıyla pastörizasyon işleminin üretimde devreye sokulması zorunludur. Ancak pastörizasyonun belirlenen yarar ve üstünlüklerine karşın bu uygulama peynirde asitliği geliştirecek ve olgunlaşmayı sağlayacak olan laktik asit bakterilerinin yıkımına neden olduğundan, pastörize edilen süttten yapılan peynirlerde, tipik tat ve aroma noksanlığı görülmektedir. Bu tat ve aroma eksikliklerini gidermek için, peynire işlenecek sütlere, peynir çeşidine göre spesifik starter kültürler katılmakta ve böylece peynirlerin olgunlaşma süresi, tat ve aromaları kısmen kontrol edilebilmektedir. Geleneksel yolla üretilen peynirlerde ortama starter olmayan laktik asit bakterileri hakim

olduğundan, bunların cinsi ve miktarı peynirin aromasının yönünü oldukça değişken kılmaktadır. Bundan dolayı da elde edilen ürün değişik kalite, tat ve aromaya sahip olmaktadır. Diğer taraftan, hammadde sütün pastörizasyonu ve starter kültür kullanımı, ürüne standart tat ve aroma sağlanmasında en etkin ve geçerli yöntem olarak ortaya çıkmaktadır (Bulut, 2006).

Olgunlaşma, peynirlerin çeşidine özgü tat, renk, aroma, kıvam, görünüm gibi özellikleri kazanabilmesi için, belirli koşullar altında ve sürelerde geçirdiği değişikliklerin toplamı olarak tanımlanabilir. Olgunlaşan peynirlerde hoş giden lezzet gelişimi için peynirde oluşan çeşitli reaksiyonlar arasında hassas bir denge oluşmakta ve bunun sonucunda peynir kitlesi yeni bir nitelik kazanmaktadır. Oluşan ürünler de peynirlerin tat, koku ve yapılarını belirlemektedir. Peynirlerde olgunlaşmanın hızlandırılmasında ilk uygulanan yöntemler; depolama sıcaklığının yükseltilmesi ve istenilen özellikte gelişme sağlayan mikroorganizmalar içeren starter kültürlerin katılması ya da bu iki yöntemin birlikte uygulanması şeklinde olmuştur (Bulut, 2006). Peynirlerde olgunlaşma işlemi başlı başına bir süreçtir ve bu sürecin doğru algılanıp bütünsel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Fox et al., 2000).

Ülkemizde sadece Bursa ve Balıkesir illerinde yapılan ve Maglıç, Mahlıç ve Kelle adıyla da bilinen Mihaliç peyniri sert peynir çeşitlerindendir. Tarihçesi hakkında kesin bilgiler bulunmamakla birlikte en az 200 yıllık bir geçmişi olduğu ve Karacabey ilçesinde yapıldığı ve bu ilçenin eski adı olan Mihaliç adıyla anıldığı belirtilmektedir (Özcan, 2000; Bulut, 2006). Mihaliç peynirinin dış kısmı 3 – 4 cm'ye varan beyaz renkli bir kabukla kaplıdır, kabuk yüzü parlak ve kurudur, iç kısmı açık sarıdan krem beyazına kadar değişen renkte ve hafif parlak görünümündedir. Peynirin hamuru serttir. Delikler peynir kütlesinde düzgün bir dağılım gösterirler, büyüklükleri 2 – 4 mm ve şekilleri yuvarlaktır. Bu delik yapısının küçük ve içlerinin sıvı ile dolu olması normal algılanırken buna karşın deliklerin büyük ve seyrek olması hatalı sayılmaktadır. Mihaliç peyniri karakteristik olarak hafif tuzlu keskin koku ve lezzettedir (Özcan, 2000). Mihaliç peyniri ve benzer gözenekli peynirlerde gözenek oluşumu için kabuk oluşumu önemlidir. Ayrıca peynir pıhtısının dokusu ve hava ile temasını etkileyen her türlü faktör, peynirin dokusu ve peynir hamurunun yapısı oluşacak gözeneklerin sayısı ve büyüklüğünü etkileyen diğer faktörlerdir (Musullugil, 2009).

Mihaliç peyniri genellikle ilkel ve teknik bilgiden yoksun küçük aile tipi işletmelerde çiğ süttten yapılmaktadır ve peynir üretiminde ticari anlamda bir standardizasyon sağlanamamıştır. Olgunlaşmış ve kaliteli Mihaliç peyniri kavramı tüketici tarafından hala bilinmemektedir. Tüketici satın aldığı peynirin kalitesini şansa bırakmaktadır. Bunun en önemli nedeni Mihaliç peynirini oluşturan karakteristik gözeneklerin çiğ süttün mikroflorasından kaynaklanması, kaliteli ve sağlıklı bir ürün eldesi için pastörizasyon uygulanması ile bu mikrofloranın inaktif hale gelmesidir. Bu nedenle bu yapıyı oluşturacak mikroorganizmaları içeren starter kültürün Mihaliç peyniri üretiminde kullanılması gerekmektedir. Ancak yüksek pıhtı sıcaklığı ve yüksek tuz oranı olgunlaşmada rol oynayan mikroorganizmaların gelişmelerini olumsuz yönde etkileyip faaliyetlerini kısıtlamakta, özellikle Mihaliç peynirinin olgunlaşmasında ve karakteristik özelliklerinin gelişiminde en önemli rolü oynayan propiyonik asit bakterilerinin gelişimini inhibe etmektedir.

Bu çalışmada sağlıklı, özellikle standart ve ticari anlamda iyi kalitede, güvenilir bir Mihaliç peyniri üretimi için çeşitli starter kültür kombinasyonları denenmiştir. Ayrıca farklı haşlama sıcaklıkları uygulanarak bu durumun olgunlaşmada rol oynayan mikroorganizmalar üzerine etkisi de incelenmiştir. Dolayısıyla Mihaliç peynirinin olgunlaşmasında ve karakteristik özelliklerinin gelişiminde en uygun olan starter kültür kombinasyonunu ve uygun haşlama sıcaklığını tespit etmek, sağlıklı ve standart kalitede bir ürün elde etmek, ayrıca daha önceki çalışmalara alternatif bir araştırma gerçekleştirmek tezin esas amaçları arasında yer almıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Geleneksel Mihaliç Peyniri Yapım Teknolojisi

Ülkemize özgü bir peynir çeşidi olan Mihaliç peyniri genellikle Balıkesir ve Bursa yöresinde yapılmaktadır. “Kelle” adı ile de bilinen Mihaliç peyniri, sert ve piyasada daima aranan kaliteli bir peynir çeşididir (Özcan, 2000). Genellikle tam yağlı çiğ koyun sütünden yapılan bu peynir Bursa-Karacabey ilçesinin eski adı olan Mihaliç yöresinde yaklaşık 250 yıldır üretilmektedir. Geleneksel olarak koyun sütünden yapılmasına karşın günümüzde ancak %60-70 koyun sütü ve gerisi inek-keçi sütü karışık hammaddeden ve bazen de sadece inek sütünden işlenebilmektedir (MEGEP, 2011).

Mihaliç peyniri üretiminde genellikle çiğ süt kullanılmaktadır. Süte herhangi bir ısıtma işlemi uygulanmadığı için sütün olanaklar ölçüsünde temiz olması gerekmektedir. Üretim için kabul edilen sütler sıcak mevsimlerde 26-28°C; soğuk mevsimlerde ise 33-35°C her biri 250 L’lik kara meşeden yapılmış üstü geniş altı dar yarım fiçi şeklinde “Polim” denilen kaplarda mayalanır. Süt pıhtılaşır kesim olgunluğu kazandıktan sonra pıhtı üzerinde çiviler bulunan kırma sopası ile iyice kırılır, karıştırılır ve ardından yavaş yavaş sıcak su dökülerek sıcaklık yaklaşık 42°C’e yükseltilir. Mihaliç peyniri üretim teknolojisinde pıhtı sıcaklığı büyük önem taşımaktadır. Bu aşamada pıhtı yeterince ısınmazsa parçalar birbiriyle kaynaşmayarak yumuşak kalmakta ve bunu izleyen depolama sırasında kalıplar şişmektedir. Isıtma, istenenden fazla olursa sonraki aşamada peynirin yapısında gözenekler oluşmamaktadır (Aday, 2010). Haşlama işleminden sonra yarım saat kadar beklenir. Bu aşamanın amacı pıhtının tamamının dibe çökmesini sağlayarak cendere beziyle alınmasını kolaylaştırmaktır. Kazana cendere bezi daldırılarak teleme alınır, iki ucu birleştirilip asılır. Altan yukarıya doğru şişler batırılarak suyun daha çabuk süzülmesi ve telemenin soğuması sağlanır (Üçüncü, 2004). Yaklaşık 11-12 saatte süzülen teleme kümesi, büyük bir bıçakla dörde bölünerek 5-6 kiloluk parçalar elde edilir. Bu parçalar, homojen tuz geçişini sağlamak için salamuraya konur. Tuzlama işleminde önce %14’lük salamura kullanılır. Peynirler bu salamurada 4-7 gün, gözenekler oluşuncaya kadar bırakılır. Sonra %18 tuz içeren daha yoğun bir salamuraya aktarılıp soğuk depoya (4°C) alınır, olgunlaşma 3-4 ayda tamamlanır.

Mihaliç peynirinde randıman %20-22 kadardır. Aslında ham peynir randımanı daha düşük olmasına rağmen tuzlama ve olgunlaşma sırasında peynirler bir miktar salamura çektiğinden randıman artmaktadır (Demirci vd., 1994). Bununla birlikte, koyun-inek sütünden yapılan Mihaliç peynirlerinde randıman %20 iken, inek sütünden yapılanlarda randıman %12'dir (Tekinşen, 1997).

2.2. Mihaliç Peynirinin Kimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri

Bu konuda yapılan bir çalışmada Yöney (1955), Mihaliç peynirinin farklı yapılış yöntemleri üzerine yaptığı bir çalışmada, peynirde ortalama kurumaddeyi %66,55, yağı %30,36, kurumaddede yağı %46,06, proteini %26,48, tuzu %7,98 olarak tespit etmiştir. Ayrıca, pıhtı parçalama şeklinin yağ ve protein kaybı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, yalnızca pıhtısı elle parçalanmış peynirlerde %0,45 oranında bir randıman artışı olduğunu belirtmiştir. Yağı alınmış süttten yapılan Mihaliç peynirlerinde yağ noksanlığından dolayı peynir kalitesi olumsuz yönde etkilenirken, bu peynirlerde randımanın da %1,61 oranında düşüklük gösterdiği bildirilmiştir.

Yaygın vd. (1984), çiğ inek, koyun ve keçi sütlerinden yapılan Mihaliç peynirlerinin kimyasal bileşimlerinde ve 3 aylık olgunlaşma dönemi sırasındaki değişimleri incelemişlerdir. Tüm örneklerde, ortalama kurumadde oranı %51,41-%64,79, asitlik değeri 36,50-98,91 SH°, pH değeri 4,97-5,68, yağ miktarı %23,25-%29,00, kurumaddede yağ miktarı %43,71-50,99, tuz %11,55-17,18, toplam protein %23,58-26,20 arasında bulunmuştur.

Demirci (1988), yerli peynirler üzerine yaptığı çalışmasında, olgunlaşmış Mihaliç peynirinin %65,37 kurumadde, %24,33 protein, %31,14 süt yağı, %8,51 kül bileşimine sahip olduğunu belirtmiştir.

Şen (1991), ise Mihaliç peynirinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesini üç aylık olgunlaşma döneminde incelemiştir. Araştırmada pastörize edilen süte %2 oranında yoğurt kültürü ilave edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre peynirin pH değerinin 5,41-6,43, laktik asit değerinin %0,253-0,998, tuz oranının %4,07-9,37 arasında değişen değerlere sahip olduğunu bildirilmiştir.

Tekinşen (1997), Mihaliç peynir örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve tuz içeriklerini sırasıyla %66,5, %30,6, %26,5, %8,0 olduğunu belirtmiştir.

Altun ve Akyüz (1998), Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinden tesadüfi olarak 15 adet Mihaliç peyniri toplamışlar ve bu peynirlerin fizikokimyasal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Buna göre peynir örneklerinde, titrasyon asitliğini %0,35-1,20, kurumadde oranını %63,01-75,80, yağ oranını %21-50-36,50, protein oranını %16,75-27,03, tuz oranını %5,61-9,59, kül oranını %9,00-13,00 arasında değişen değerlere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Mihaliç peyniri örnekleri duyu analizi sonucuna göre on üzerinden yapılan puanlamada renk ve görünüşün 2,50-4,50, yapının 4,83-6,50, tat ve kokunun ise 5,50-6,66 arasında değişen puanlar aldığını bildirmişlerdir.

Marmara Bölgesi'ne ait yöresel peynirlerin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmaya göre Mihaliç peynirinin 100 gramı, 980 mg kalsiyum, 518 mg fosfor, 1465 mg sodyum, 131 mg potasyum, 3,8 mg magnezyum içermektedir. Ayrıca bu peynirin 100 gramı 383 kcal enerji değerine sahiptir. Mihaliç peynirinin sodyum ve magnezyum içeriğinin fazla olmasının nedeni tuz içeriğinin yüksek olmasıdır (Kamber, 2008).

Özcan (2000), pastörize süttten, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* suşlarını içeren mezofilik aerobik kültürü %1 oranında kullanarak 7 ayrı Mihaliç peyniri üretmiş, bununla birlikte %0,002 oranında lipaz, %0,002 oranında proteaz enzimleri kullanmıştır. Sonuç olarak starter, proteaz ve lipaz kullanımının peynir olgunlaştırılmasında yararlı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Mihaliç peynirlerinin ortalama kurumadde oranlarının %52,20-64,12, ortalama yağ oranlarının %21,86-24,57, ortalama titrasyon asitliğinin %0,31-0,57, pH değerlerinin 5,53-5,86, tuz oranının %3,82-8,07, ortalama protein oranının %19,89-23,14 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Öner ve Şanlıdere (2003), keçi sütünden Mihaliç peyniri üretmişler ve 3 aylık olgunlaşma süresince analizlerini yapmışlardır. Mihaliç peynirlerinde pH 5,15-5,76, titrasyon asitliği %0,94-1,66, toplam kurumadde içeriği %53,70-64,59 yağ %21,5-24,0, tuz %3,51-10,06, toplam azot %3,06-4,31, suda çözünen azot %0,14-0,23 ve olgunlaşma katsayısı 3,88-6,20 aralığında bildirilmiştir.

Şen vd. (2003), çalışmalarında çiğ süttten üretilen ve 30 gün boyunca olgunlaştırılan Mihaliç peynirinin yapımı ve olgunlaşması sırasında *Yersinia enterocolitica* O:9 suşunun canlı kalabilme yeteneğini, ayrıca pH ve tuz değişimini incelemişler, peynirlerin pH değerinin 4,35 – 6,55 arasında olduğunu, peynir örneklerinin tuz değerlerinin ise en yüksek %8,17'e ulaştığını belirtmişlerdir.

Öner and Aloğlu (2004), Mihaliç peynirinin olgunlaşmanın ilk ve 90. gün sonunda kimyasal özelliklerini araştırmış ve 1. günde nemi %42,3, yağı %22,3, proteini %22,7, tuzu %4,5, pH'ı 5,2, titrasyon asitliğini %1,5; olgunlaşma sonunda ise nemi %39,8, yağı %22,3, kurumaddede yağı %37,4, proteini %23, tuzu %9,9, pH'ı 5,4 ve titrasyon asitliğini %1,1 olarak belirtmişlerdir.

Özdemir et al. (2004), Bursa, Balıkesir ve Çanakkale yöresinden toplanan 20 adet Mihaliç peyniri örneğinde ortalama kurumaddeyi %62,69, yağı %26,1, kurumaddede yağı %41,67, proteini %26,03, tuzu %7,84, kurumaddede tuzu %12,30, titrasyon asitliğini 46,84 SH ve pH'yı ise 5,78 olarak bulmuşlardır.

Dönmez et al. (2005), Türkiye'de sekiz farklı geleneksel peynir üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında Mihaliç peynirinin titrasyon asitliğini %1,80, toplam kurumadde içeriğini % 72,57, tuz içeriğini %4,13, protein içeriğini %24,75, suda çözünen azot miktarını %0,83, olgunlaşma indeksini %21,30, kolesterol miktarını ise 120,20 mg/100g olarak bulmuşlardır. Ayrıca çalışmada Mihaliç, Kaşar ve Dolaz peynirlerinin konjuge linoleik asit (CLA) bakımından en yüksek değere sahip oldukları belirtilmiştir.

Bulut (2006), çalışmasında biri kontrol örneği olmak üzere iki farklı Mihaliç peyniri üretmiş ve peynirler için üç aylık olgunlaştırma süresi kullanmıştır. Pastörize süttten üretilen örneklerde ortalama değerlere bakıldığında su içeriği %44,81, yağ içeriği %30,50, yağsız kurumadde içeriği %24,66, tuz içeriği %7,39 protein içeriği %20,81, pH değeri 4,78 olarak bildirilmiştir. Çiğ süttten üretilen peynirlerde ise ortalama su içeriği %42,84, yağ içeriği %28,53, yağsız kurumadde içeriği %28,96, tuz içeriği %7,27, protein içeriği %22,50, pH değeri 4,84 olarak bulunmuştur.

Gölge ve Şahan (2008), inek ve koyun süttünden üretilmiş toplam 16 adet Mihaliç peyniri ile yaptıkları çalışmalarında, sırasıyla pH değerini 5,28-6,11 /

4,81-6,11, titrasyon asitliğini %0,16-0,34 / 0,12-1,16, kurumaddeyi %53,32-67,06 / 32,01-63,36, yağı %23,00-31,00 / 7,5-31,00, tuzu %6,57-10,52 / 6,89-10,60, proteini %16,28-26,97 / 11,38-21,92 olarak belirlemişlerdir.

Aday (2010), Mihaliç peynirinin bazı fiziksel, kimyasal, duyuşsal özellikleri ve aroma bileşenlerini belirlemiştir. Bu amaçla Marmara Bölgesi ve çevre illerde üretimi yapılan 15 farklı Mihaliç peynir örneği değerlendirmiştir. Çalışmasında peynirlerin pH değerlerinin 5,09-5,92, asitliklerinin %0,37-1,04, kurumaddelerinin %56,75-64,13, tuz miktarlarının %3,27-8,18, süt yağının %25,25-33,00, proteinlerinin %18,64-24,63, suda çözünen azot miktarlarının %0,26-0,84, TCA'da çözünen azot miktarlarının ise %0,03-0,26 arasında değiştiğini bildirmiştir. Duyuşsal özellikler bakımından ise peynir örneklerinin iç ve dış kısımlarında renk farkı olduğunu; sertlik, iç ve dış yapışkanlık, esneme, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık özellikleri arasında fark olduğunu saptamıştır. Ayrıca Mihaliç peynirlerine ait 44 farklı aroma aktif bileşen tespit edilmiştir.

Hayaloğlu et al. (2012), vakum paketlenme yapılarak ya da salamurada 1 yıl boyunca olgunlaştırılan Mihaliç peynirlerini kimyasal, biyokimyasal ve mikroyapısal yönden karşılaştırmış, vakum paketlenmenin peynirlerin pH 4,6'da çözünen azot, %12 TCA'da çözünen azot ve serbest aminoasit miktarlarını önemli oranda arttırdığını, ayrıca uçucu bileşiklerin genelini vakum paketlenmiş peynirlerde daha yüksek konsantrasyonda olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak da vakum paketlenmeyi Mihaliç peynirlerinin kimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin korunması ve olgunlaşma sırasında kolay bir saklama şekli olması açısından tavsiye etmişlerdir.

Hayaloğlu and Karabulut (2013a), Türkiye'de satılan 11 farklı peynir çeşidinin serbest yağ asitleri profillerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar kısa zincirli yağ asitlerinin Çanak peyniri hariç bütün peynir çeşitlerinde birbirine yakın miktarda olduğunu göstermiştir (C4 ve C6). Fakat diğer yağ asitleri bakımından (C8-C18:2) örnekler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Palmitik ve oleik asit tüm peynir örneklerinde en fazla miktarda bulunan asitler olmuştur. Sonuç olarak peynir örneklerinin serbest yağ asitleri profillerine dayanarak lipoliz derecelerine göre yüksek, orta ve düşük dereceli olarak gruplandırılacaklarını ve Mihaliç peynirinin yüksek lipoliz dereceli peynirler grubuna girdiğini belirtmişlerdir.

Hayaloğlu and Karabulut (2013b), aralarında Civil, Hellim, Ezine, Mihaliç, Örgü, Urfa, Van Otlı peynirinin bulunduğu 75 örnekte proteoliz düzeyini belirlemişlerdir. Bu peynirlerden bazıları geleneksel metotla, bazıları ise endüstriyel olarak üretilmiştir. Sonuçlar her peynir çeşidinde farklı düzeyde proteoliz meydana geldiğini göstermiştir. Üretim şekli ve olgunlaşma koşulları örneklerin proteolitik özelliklerinde belirleyici rol oynamıştır.

2.3. Mihaliç Peyniri ile İlgili Mikrobiyolojik Çalışmalar

Bulut (2006), çalışmasında pastörize süttten ürettiği Mihaliç peynirinde olgunlaşma boyunca toplam koliform bakteri sayısının 1. ve 90. günlerindeki değerlerinin $2,3 \times 10^7$ - $3,9 \times 10^3$, toplam mezofilik bakteri sayısının $3,8 \times 10^8$ - $9,6 \times 10^8$, toplam mezofilik laktik asit bakterisi sayısının $9,3 \times 10^6$ - $4,6 \times 10^7$, toplam termofilik laktik asit bakteri sayısının $1,0 \times 10^9$ - $1,2 \times 10^9$, propiyonik bakteri sayısının $1,2 \times 10^8$ - $6,6 \times 10^8$ olduğunu, çiğ süttten ürettiği Mihaliç peynirinde ise olgunlaşma boyunca toplam koliform bakteri sayısının 1. ve 90. günlerindeki değerlerinin $2,1 \times 10^7$ - $4,5 \times 10^2$ kob/g, toplam mezofilik bakteri sayısının $3,7 \times 10^9$ - $1,7 \times 10^9$ kob/g, toplam mezofilik laktik asit bakterisi sayısının $1,2 \times 10^8$ - $8,6 \times 10^7$ kob/g, toplam termofilik laktik asit bakteri sayısının $1,9 \times 10^9$ - $9,2 \times 10^8$ kob/g, propiyonik bakteri sayısının $7,0 \times 10^8$ - $2,5 \times 10^8$ kob/g olduğunu bildirmiştir.

Mihaliç peynirinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesini üç aylık olgunlaşma döneminde inceleyen Şen'in (1991) çalışmasında, pastörize süttten üretilen peynirin toplam aerob bakteri sayısı $1,6 \times 10^4$ - $1,1 \times 10^5$ kob/g, laktik streptokok sayısı $7,8 \times 10$ - $3,9 \times 10$ kob/g, fekal streptokok sayısı $6,4 \times 10^2$ - $1,2 \times 10^4$ kob/g, laktobasiller $1,2 \times 10^2$ - $5,2 \times 10^2$ kob/g, propiyonik asit bakterileri ise $3,7 \times 10$ - $6,4 \times 10$ kob/g arasında bulunmuştur. Ayrıca koliform grubu bakteriye iki örnekte rastlanmazken bir örnekte sayısı $2,4 \times 10^2$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Maya-küfe ise 90 günün sonunda örneklerde rastlanmamıştır. Ayrıca Şen (1991), çiğ süttten üretilen peynirlerde karakteristik göz oluşumunun şekillendiğini, ancak pastörize süttten üretilen peynirlerde propiyonik asit bakterisi sayısının düşük olduğu için göz oluşumunun şekillenmediğini belirtmiştir. Bu durum Mihaliç peynirinde karakteristik göz oluşumunda propiyonik asit bakterilerinin önemli rol oynadığını ortaya koymuştur.

Dayıcı (2000), inek, koyun ve keçi sütleri kullanarak Mihaliç peynirleri üretmiştir. Üç ay boyunca depoladığı peynirlerde koliform grubu bakterilerin

olgunlaşma süresince canlılıklarını incelemiş, söz konusu bakterilerin olgunlaşmanın 7. gününde ortalama $6,88 \times 10^4$ kob/g olarak tespit edildiğini, olgunlaşma boyunca düzensiz değişimler gösterdiğini ve olgunlaşma sonunda peynir örneklerinde koliform grubu bakteriye rastlanmadığını belirtmiştir. Ayrıca *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* – *Shigella* örneklerin tamamında saptanmamış, küf sayısı 7. gün ve 30. gün de sırasıyla 220 kob/g ve 53 kob/g olarak bulunmuştur.

Kurtuluş vd. (2002), çiğ süttten üretilen Mihaliç peynirinin yapımı ve olgunlaşması sırasında *Yersinia enterocolitica* O:9 suşunun canlı kalabilme yeteneğini incelemişler, bu amaçla çiğ süte 10^5 kob/ml düzeyinde *Y. enterocolitica* aşılıyarak Mihaliç peyniri üretmişlerdir. Sonuçta, bakteri inoküle edilen çiğ sütlerde 10^5 kob/ml düzeyinde olan *Y. enterocolitica*, haşlanmış telemede $1,5 \times 10^6$ - $7,1 \times 10^6$ kob/g, süzölmüş telemede $4,2 \times 10^6$ - 3×10^7 kob/g, 1. günde $2,4 \times 10^4$ - $3,4 \times 10^6$ kob/g, 3. günde $3,8 \times 10^3$ - $2,5 \times 10^5$ kob/g, 5. günde $9,2 \times 10^2$ - $4,0 \times 10^4$ kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir.

Özdemir et al. (2004), Bursa, Balıkesir ve Çanakkale illerinden toplanan 20 adet Mihaliç peynirlerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine araştırma yapmıştır. Peynir örneklerinde ortalama toplam aerob mezofilik bakteri sayısı $1,8 \times 10^7$ kob/g, laktik asit bakterisi $2,6 \times 10^5$ kob/g spor oluşturan bakteriler 28 kob/g, *Staphylococcus aureus* $1,8 \times 10^2$ kob/g, maya 20 kob/g ve küf sayısı $1,2 \times 10^4$ kob/g olarak saptanmıştır.

Gölge (2009), çiğ süttten kültür kullanmadan ve pastörize süttten 2 farklı ticari kültür karışımı (*S. thermophilus* + *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* + *L. helveticus*) kullanarak Mihaliç peyniri üretmiş ve 3 ay süreyle olgunlaştırmıştır. Starter kullanımının koliform, maya ve laktik asit bakterileri sayısına etkisini önemli bulmuştur. Ayrıca starter kültür olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli olduğunu tespit etmiş, duyusal yönden en beğenilen örneğin *S. thermophilus* + *L. helveticus* kullanılarak üretilen peynir olduğunu bildirmiştir.

Çokal vd. (2012), Türkiye’de Balıkesir ilinde satılan 200 geleneksel gıda örneğinde *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* varlığını araştırmışlardır. Buna göre *L. monocytogenes*’in Mihaliç peynirlerinin %5’inde bulunduğunu, *Salmonella* spp.’nin ise örneklerin

hiçbirinde tespit edilmediğini, *S. aureus*'un ise Mihaliç peynirlerinde yaygın olarak bulunduğunu, sayısının ise ortalama 2,64 log kob/g olduğunu bildirmişlerdir. Buna dayanarak özellikle çiğ süttten üretilen peynirlerde toplum sağlığını tehdit edebilecek patojen bakterilerin bulunabileceğini belirtmişler, üreticilerin ve halkın bu konuda bilinçli olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Özcan and Kurdal (2012), *Mucor miehei*'den elde edilen fungal lipaz ve *Bacillus subtilis*'ten elde edilen bakteriyel nötral proteazı tek ve starter kültürle kombine olarak Mihaliç peyniri yapımında kullanmışlardır. Peynirlerin olgunlaşma karakteristiklerinin incelendiği çalışmada, proteaz, lipaz ve kültür kombinasyonunun lezzet ve tekstür bakımından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca bu kombinasyonun kullanıldığı peynirde olgunlaşma hızı da artmıştır. Elde edilen sonuçlar peynirlerin temel karakteristiklerinin kullanılan enzim ve olgunlaşma zamanıyla değiştiğini göstermiştir. Bütün peynirlerde asit değeri olgunlaşmayla birlikte lineer bir artış göstermiştir. Sonuç olarak Mihaliç peyniri üretiminde süttün pastörize edilerek mezofilik aromatik starter kültür, protez ve lipaz kombinasyonu kullanılması tavsiye edilen bir uygulama olarak gösterilmiştir.

2.4. Peynir Teknolojisinde Starter Kültür Kullanımı ve Mihaliç Peyniri Üretiminde Kullanılan Kültürlerin Özellikleri

Peynir yapımında kullanılacak süttün patojen mikroorganizmaların inhibisyonu amacıyla pastörize edilmesi, çiğ süttün doğal mikroflorasında bulunan ve peynirin olgunlaşması sırasında lezzet gelişimine katkıda bulunan laktik asit bakterilerinin önemli bir kısmının yok edilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, özellikle pastörize süttten yapılan peynirlerde tat-aroma oluşumu ya gecikmekte ya da istenilen seviyede olmamaktadır. Bu nedenle süte, peynir çeşidine uygun olarak yeterli oranda, özellikle de standart ve kaliteli peynir elde etmek amacıyla starter kültür katılmaktadır. Peynir üretiminde starter kültür olarak genellikle laktik asit bakterisi grubunda belirli türlerin seçilmiş ve kontrollü koşullar altında geliştirilmiş olanları tercih edilmektedir (Yaygın ve Kılıç, 1993; Tekinşen, 1997; Gürsoy ve Kesenkaş, 2011).

Peynir üretiminde süte starter kültür katılması ile pıhtı oluşumundan itibaren asitlik artmakta, peynir mayasının süttü pıhtılaştırma süresi kısalmakta, peynir suyuna geçen yağ ve protein miktarı azalmakta, peyniraltı suyunun ayrılması

kolaylaşmakta, istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesi engellenmektedir. Ayrıca starter kültürler fermantasyon işlemi sırasında laktik asit üretmekte ve enzimlerinin proteoliz/aminoasit katabolizmasındaki aktiviteleri ile peynir olgunlaşmasına da katkıda bulunmaktadır. Olgunlaşma esnasında gerekli tat-aroma maddelerinin oluşumuyla peynire özgü lezzet oluşmaktadır. Ayrıca salamuradan kitleye yeterli ve dengeli tuz geçişi sağlanmakta, kültürlerin glikolitik ve lipolitik aktiviteleri sonucunda H_2O_2 , bakteriyosin gibi antimikrobiyal bileşikler sayesinde patojen bakterilerin gelişmesi önlenmektedir. Yine istenmeyen mikroorganizmalar üründe pH ve redoks potansiyelinin düşmesi sonucunda inhibe olmaktadır. Bu sayede raf ömrü daha uzun, standart kalite ve randımanda peynir elde edilebilmektedir. Laktik asit ürettiklerinden dolayı starter kültürler laktik kültür olarak da isimlendirilmektedir. Peynirlerin hızlı olgunlaştırılması için önerilen, dayanıklı, asit üretimi yüksek laktik kültürlerin kullanılmasıdır (Özcan, 2000; Gürsoy ve Kesenkaş, 2011; Kılıç, 2011).

Şen (1991), çiğ süttten yapılan Mihaliç peynirlerinde propiyonik asit bakterisi sayısının yüksek olduğunu saptarken, bu süttten üretilen peynirlerde karakteristik gözenek oluşumunun meydana geldiğini ancak uygun starter kullanılmadığında pastörize süttten üretilen peynirlerde gözenek oluşmadığını bildirmiştir.

Mihaliç peyniri üretimi ve olgunlaşmasında starter kültür kullanımı yaygın olmamakla birlikte standart kalitede bir peynir üretmek için arayışlar sürmektedir. Mihaliç peynirinin mikroflorası tam olarak bilinmemekle birlikte üretiminde propiyonik asit bakterilerinin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Propiyonik asit bakterileri laktatı fermente edip gaz oluşturarak Mihaliç peyniri üretiminde karakteristik gözenek oluşumuna neden olmaktadır. Gözenekli peynirlerde kültür olarak genellikle *Propionibacterium freudenreichii* ve *Propionibacterium shermanii* kullanılmaktadır. Peynirden alınan örneğin derinliğine bağlı olarak propiyonik asit bakteri sayısı farklılık göstermektedir. Bu grup mikroorganizmalar İsviçre tipi peynirlerde karakteristik gözenek oluşumuna neden olmaktadır. Peynirde propiyonik asit bakterilerinin çoğalması yüksek oksijen ve tuz konsantrasyonu gibi faktörlerle inhibe edilmektedir. Bu faktörler peynirin merkezinde azaldığı için propiyonik asit bakterileri gelişimine daha uygun bir ortam oluşmaktadır. Propiyonik asit bakterilerinin tuz toleransları farklı olmakla birlikte % 6'lık konsantrasyonda dahi canlı kalabilmektedirler (Bulut, 2006).

İçeriğinde *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Lactobacillus* türlerinin bir veya bir kaçını bulanan ve optimum gelişme sıcaklıkları 20-30°C arasında olan mezofil starterler bir çok fermente süt ürünü yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Mc Sweeney and Fox (1997), *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *S. thermophilus*'un peynirde proteolizi arttırdığını, özellikle kısa peptitler ve serbest aminoasitlerin seviyelerinin artmasında etkili olduklarını belirtmişlerdir. Bu kültürlerin bileşiminde bulunan *Streptococcus* türlerinin asıl işlevi laktik asit üretimidir. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* 'in asit üretimi yanında, sitratı metabolize ederek diasetil, asetaldehit gibi önemli aroma bileşikleri ve CO₂ oluşturma özelliği vardır. Gouda ve Edam gibi gaz oluşumunun istendiği gözenekli peynirlerde de yaygın olarak kullanılan başlıca *Leuconostoc* türleri *Leuconostoc cremoris* ve *Leuconostoc lactis*'tir. *Leuconostoc* türleri heterofermentatif özellik göstermekte, glikoza etkileri sonucu laktik asit yanında önemli miktarda CO₂, asetik asit, etanol gibi bileşikler oluşturmaktadır. Ayrıca, sitratı parçalayarak diasetil ve CO₂ oluşumuna yol açmaktadırlar.

Ayrıca peynirlerde yaygın olarak kullanılan starter kültürler olan *Lactococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp.'lerin peptidolitik enzim aktiviteleri peynir olgunlaşmasında en önemli nokta olarak sayılmaktadır. Bu iki grubun enzim sistemleri birbirine benzemekle birlikte hücre membranına bağlı enzimlerdir. Peynir üretiminde kullanılan en önemli laktobasillerden biri *Lactobacillus helveticus*'dur. *Streptococcus thermophilus* termofilik laktobasiller kadar güçlü bir proteoliz sistemine sahip olmayıp simbiyotik ilişki kapsamında laktobasillerin sağladığı peptitleri kullanmaktadır (Fox and McSweeney, 1996).

Leuconostoc cinsi bakterilerin de proteolize etkileri önemli sayılabilecek düzeyde değildir (Upadhyay et al., 2004a). Üzerinde en çok durulan sekonder starterler olarak bilinen propiyonik asit bakterileri ise α 1- ve β -kazein üzerinde oldukça geniş bir spesifite göstermekte olup daha önce de belirttiğimiz gibi İsviçre tipi peynirlerin karakteristiklerinin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Kullanılan en yaygın tür olan *P. freudenreichii* ssp. *shermanii*'nin hücre içi aminopeptidaz ve iminopeptidazları birçok araştırmacı tarafından izole edilmiştir (Fox et. al, 1993; Fox and McSweeney, 1996).

2.4.1. *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris*

Leuconostoc cinsi bakteriler Gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen, hareketsiz, düzensiz kok morfolojisine sahip, ikili veya zincir şeklinde bulunan ve optimum gelişme sıcaklıkları 20-30°C olan mikroorganizmalardır. Aminoasit gereksinimi komplekstir. Fakültatif anaerobdur, fakat bu özelliği koşullara bağlı olarak değişebilir (Kılıç, 2001). Vankomisine direnç gösteren *Leuconostoc* türleri, karbonhidrat varlığında sitratı metbolize etme yeteneğindedirler ve %7 NaCl içeren ortamlarda gelişebilirler (Hemme and Faucaud-scheunemann, 2004). Genel olarak süt ve bitkisel ürünlerden izole edilir. Sütteki sitrat ve ara ürün olan pirüvattan aroma maddelerinin oluşumunda önemli rolleri vardır (Hemme and Foucaud-Scheunemann, 2004). Bazı süt ürünlerinde daha çok laktokoklarla beraber starter kültür olarak kullanılmakta, çiğ süttten yapılan birçok peynirin starter olmayan mikroflorasında bulunarak bazı peynirlerde istenilen gözenek oluşumunu sağlayan CO₂ ve lezzet gelişiminde önemli olan asetat, pirüvat oluşturmakta, pirüvatı aseton ve diasetil'e dönüştürmektedir (Cogan and Jordan, 1994; Liu and Holland, 2002). Genelde süt ürünlerinde kullanılan *Leuconostoc* türleri asidofil olmayan, aroma oluşturan türlerdir. Sütü çok geç pıhtılaştırırlar. Ayrıca indol-negatif, nitrat-negatif ve sitokrom-negatifirler. Bunlardan *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* sütte gelişebilmekte ve asit oluşturabilmektedir (Kılıç, 2011).

Gouda ve Edam gibi gaz oluşumunun istendiği gözenekli peynirlerde *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* ve *Leuconostoc lactis* en sık kullanılan türlerdir. Peynirlerin starter olmayan mikroflorasında en sık rastlanan türlerin de *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* ve *Leuconostoc lactis* olduğu belirtilmiştir (Gürsoy ve Kesenkaş, 2011).

2.4.2. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus ilk kez 1919 yılında Orla-Jensen tarafından bir laktik streptokok olarak tanımlanmıştır. *S. thermophilus* bir N grup antijene sahip olmadığından, N grup streptokoklardan farklı bir grup oluşturmaktadır (Özer, 2006). Yoğurt, peynir ve çeşitli fermente ürünlerin yapımında kullanılan kültürde yer alır. Bakteri sitratı fermente etmez. Gaz oluşturmaz. Proteolitik ve lipolitik aktivitesi zayıftır. Asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil gibi aroma maddelerini oluşturur. Optimum gelişme sıcaklığı 37-42°C olarak bildirilmiştir. Sıcağı seven

ve ısıya karşı toleransı olan bir bakteridir dolayısı ile düşük sıcaklıkta pastörize edilen sütlerde canlılığını koruyabilmektedir (Axelson, 2004; Kılıç, 2004). Diğer streptokoklardan 53°C’de gelişme kabiliyeti, ısıya toleransı (63°C’de 30 dakika) ve sınırlı sayıda karbohidratları kullanabilmesiyle ayrılmaktadır (Yaygın ve Kılıç, 1993; Hardie and Whitley, 1995). Penisiline karşı çok duyarlı bir bakteri olup çok düşük dozlarında bile gelişmesi engellenmektedir. Sütü pıhtılaştırma yeteneği bulunmakta ve laktozdan %0,5-1 kadar L(+) laktik asit meydana getirebilmektedir. Diasetil, asetaldehit ve aseton gibi aroma maddelerini oluşturan bakteri sert, yarı sert ve pıhtısı pişirilen peynirler için hazırlanan kültür kombinasyonlarında yer almaktadır (Axelson, 2004).

2.4.3. *Lactobacillus helveticus*

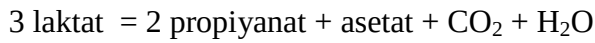
Çiğ sütte, sert peynirlerde ve şirdenden hazırlanan peynir mayasında doğal olarak bulunur. Homofermentatiftir ve 40-42°C’de optimum gelişme gösterir, ancak 15°C’nin altında gelişemez. Laktozdan en az %2,7 oranında DL formunda laktik asit oluşturan bakteri kuvvetli proteolitik aktiviteye sahiptir. Galaktozu kullanabilen *L. helveticus*, *S. thermophilus*’la birlikte yüksek derecelerde pıhtısı pişirilen peynirlerin yapımında kullanılan kültürlerde yer alır ve peynir kalitesine olumlu etkide bulunur (Axelson, 2004; Kılıç, 2008). Sheehan et al. (2007) haşlama sıcaklığının starter ve starter olmayan bakterilere, peynir bileşimi ve olgunlaşma özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında termofilik kültür olarak *Lactobacillus helveticus* ve *Streptococcus thermophilus*’u tercih etmişlerdir. Yine pıhtısı pişirilen yarı-sert peynirlerde haşlama sıcaklığının primer proteolize etkisinin incelendiği başka bir çalışmada starter olarak *Lactobacillus helveticus* ve *Streptococcus thermophilus* kullanılmıştır (Sheehan et al., 2007a).

Söz konusu bakteriler termofilik kültürler olarak adlandırılmakta ve yapım teknolojisinde yüksek sıcaklıklar uygulanan peynirlerde, özellikle Emmantel, Gravyer gibi İsviçre tipi peynirlerle, Grana Panado ve Parmigiano Reggiano gibi bazı İtalyan peynirlerinde kullanılmaktadır. Bu tip peynirlerin üretiminde ilk aşamalarda asit üretimini özellikle *S. thermophilus* gerçekleştirmektedir. *L. helveticus* ise peynirde sonraki asidifikasyon prosesini sürdürmekle sorumludur. *S. thermophilus* ve *L. helveticus* için sırasıyla en iyi asit üretim sıcaklıkları 42,7 ve 44°C’dir (Sheehan et al., 2007b).

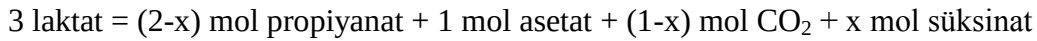
2.4.4. Propiyonik asit bakterileri

Propiyonik asit bakterileri pleomorfik çubuk şekilli, mikraerofilik veya anaerobik gelişme koşullarını tercih eden Gram (+) bakterilerdir. Genom aralıklarının G+C bileşimi %53-67 mol aralığındadır. Bu oran da onları yüksek G+C grubu bakteriler arasına dahil eder. Mezofilik karakterdeki propiyonik asit bakterilerinin optimum gelişme sıcaklıkları 25°C ile 32°C arasındadır. pH 5,0 ile 8,0 arasında gelişebilen propiyonik asit bakterileri için optimum pH değeri 6,0-7,5'tir. Biotin ve pantotenik asit gelişmeleri için gerekli esansiyel faktörlerdir. Aşağıdaki formülde belirtildiği gibi propiyonik asit bakterilerinin en önemli karakteristiği temel metabolit olarak laktik asitten propiyonik asit ve asetik asit üretmeleridir (Steffen, 1973; Deborde, 2002; Kılıç, 2010). Propiyonik asit fermentasyonu propiyonik asit üretiminde üç yol bulunmaktadır. Klasik propiyonik asit fermentasyonu, propiyonik asit fermentasyonu sırasında CO₂ fiksasyonu ile süksinat oluşması (Wood-Werkman yolu) ve propiyonik asit fermentasyonu sırasında aspartatın süksinata fermente olması (Sebastiani and Tschager, 1993; Musullugil, 2009).

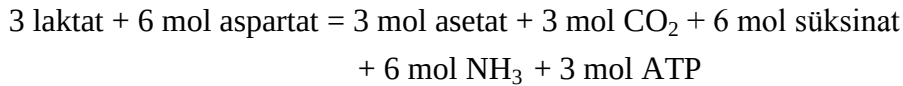
Klasik propiyonik asit fermentasyonu:



Propiyonik asit fermentasyonu sırasında süksinat oluşması:



Propiyonik asit fermentasyonu sırasında aspartatın süksinata fermente olması:



Propiyonik asit bakterileri birçok peynir çeşidinde olgunlaşma boyunca gelişebilmekte ve İsviçre tipi Gruyere, Appenzell, Comte gibi peynirlerin karakteristik mikroflorası içinde yer almaktadır. Ayrıca propiyonik asit bakterileri sert ve yarı sert bazı peynirlerde olgunlaşmaya olan katkıları ve koruyucu özellikleri nedeniyle de kullanılabilir (Chambe and Irlinger, 2004). Propiyonik asit bakterileri izolasyon kökenlerine göre iki temel gruba ayrılırlar: Klasik propiyonik asit bakterileri ve deri kökenli (patojen) propiyonik asit bakterileri. Süt ürünleri kaynaklı propiyonik asit bakterilerinin çoğu peynir

mikrobiyolojisinde çok önemli bir yere sahiptir. Süt ve süt ürünleri ile ilgili olan türler *P. freudenreichii*, *P. jensenii*, *P. thoneii*, *P. acidipropionici* ve *P. cyclohexanicum*'dur. *P. cocoides* ise süt ürünleri kaynaklı diğer bir türdür. Çizelge 2.1'de propiyonik asit bakterilerinin çeşitli kaynaklardan izolasyonu ile ilgili çalışmalar gösterilmiştir. *P. freudenreichii*'nin *P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii* ve *P. freudenreichii* ssp. *shermanii* olmak üzere iki alt türü bulunmaktadır. Starter kültür olarak en sıklıkla kullanılan propiyonik asit bakterileri türü *P. freudenreichii* ssp. *shermanii*'dir. İsviçre tipi peynirlerde karakteristik gaz oluşumunu sağlayan bu bakteri düşük ısılarda yüksek ısıda olduğundan daha fazla gaz üretmektedir. Propiyonik asit ve diğer organik asitler İsviçre tipi peynirlerde karakteristik tadı verirken, propiyonik asit bakterileri tarafından üretilen CO₂ karakteristik gözenek oluşumundan sorumludur (Mocquot, 1979; Deborde, 2002). Mihaliç peynirinin yüksek oranda tuz içeren salamurada uzun süre bekletilmesi bu peynirlerin dış yüzeyinde kabuk oluşumuna neden olmakta ve oluşan kabuk propiyonik asit bakterilerinin gelişimi için elverişli ortamı hazırlamaktadır (Gürsoy ve Kesenkaş, 2011). Propiyonik asit bakterileri İsviçre tipi peynirlerde bahsettiğimiz karakteristik gözenek oluşumunun yanında tatlımsı fındık aromasını da vermektedir (Sheehan et al., 2008). Peynirde söz konusu fındık aroması ile propiyonik asit, ayrıca kalsiyum ve magnezyum propiyonat seviyeleri arasında pozitif bir korelasyon vardır (Lawler et al., 2002). Steffen et al. (1973), propiyonik fermantasyonu ile üretilen gazın neredeyse yarısının peynir kitlesinde çözünmüş formda bulunduğunu, çok az bir kısmının ise çözünmez formda kalarak (%15) gözenek oluşumuna neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kısa zincirli karboksilik asitler (asetik, propiyonik, isovalerik) ve esterleri Emmental gibi İsviçre peynirlerinde *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* tarafından üretilen ve en çok bulunan tat-aroma bileşikleridir. (Thierry et al., 2004).

Çizelge 2.1. Çeşitli kaynaklardan izole edilen propiyonik asit bakterileri (Suomalainen and Marya-Makinen, 1999).

Türler	Eski isimleri veya orijinal isimleri	İzolasyon kaynağı
<i>Propionibacterium ferudenreichii</i>	<i>P. ferudenreichii</i> <i>P. shermanii</i> <i>P. globosum</i> <i>P. orientum</i> <i>P. coloratum</i>	Çiğ süt İsviçre peynirleri Diğer süt ürünleri
<i>Propionibacterium jensenii</i>	<i>P. jensenii</i> <i>P. rafinosum (saceum)</i> <i>P. technicum</i> <i>P. peterssonii</i> <i>P. zeae</i>	Süt ürünleri Silaj Enfeksiyonlar
<i>Propionibacterium thoenii</i>	<i>P. thoenii</i> <i>P. rubrum</i>	Emmental peyniri Diğer süt ürünleri
<i>Propionibacterium acidipropionici</i>	<i>P. pentasaceum</i> <i>P. arabinesum</i>	Süt ürünleri
<i>Propionibacterium cyclohexanicum</i>		Bozulmuş portakal suyu
<i>Propionibacterium coccoides</i>		Süt ve taze peynir

Propiyonik asit bakterileri ve diğer bakteriler arasında meydana gelen etkileşimlerin peynir olgunlaşmasında oynadıkları rol önemlidir. Alekseeva et al. (1983), 22 laktik asit bakteri suşunun 9'unun propiyonik asit bakterilerine karşı antagonistik etki gösterdiğini belirtmiştir. *Lc. lactis* ssp. *lactis* en belirgin inhibisyonu gösterirken, *Lc. lactis* ssp. *cremoris*, *S. thermophilus* ve *L. helveticus*'un ise *P. freudenreichii* ve *P. shermanii* ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Piveteau et al. (2000), ise peyniraltı suyunda geliştirdikleri *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. lactis*, *S. thermophilus* ve *L. lactis*'i içeren 14 laktik asit bakteri suşu ile 4 adet *P. freudenreichii* ve *P. acidipropionici* suşu arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Bunun sonucunda propiyonik asit bakterileri suşları üzerinde herhangi bir inhibisyon gözlenmediği, aksine *L. helveticus* ve

S. thermophilus'un propiyonik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ettikleri belirlenmiştir.

Kerjean et al. (2000), propiyonik asit fermentasyonunu kontrol etmek amacıyla laktik asit bakterileri ve propiyonik asit bakterileri arasındaki interaksiyonları inceledikleri araştırmada 50 çiftten fazla laktik asit ve propiyonik asit bakterisi suşunu peynir yapımında denemiş ve Emmantel gibi sert peynirlerde bu interaksiyonların çok önemli olduğunu belirlemiştir. Özellikle bazı laktik asit /propiyonik asit bakterisi çiftleri peynirlerin duysal özelliklerine olumlu etkileri nedeniyle tavsiye edilmiştir.

Kocaoğlu-Vurma et al. (2008), destek kültür olarak *Lactobacillus* türleriyle üretilen İsviçre tipi peynirlerin kimyasal, duysal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre *Lactobacillus* türlerinin propiyonik asit bakterileri üzerine önemli bir inhibe edici etki göstermediğini belirtmişlerdir.

Sheehan et al. (2008) de yarı sert peynirlerin proses ve olgunlaşma parametrelerinin starter, non-starter ve laktik asit /propiyonik asit bakteri popülasyonlarına ve olgunlaşma karakteristikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Ürettikleri peynirlerde starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* TH3, *Lactobacillus helveticus* LHB02 ve *P. freudenreichii* 6451'i sırasıyla %1, %0,5 ve %0,07 oranlarında kullanmışlardır. Kuru tuzlama yapılan peynirlerde salamurada tuzlanan peynirlere göre sekonder proteoliz düzeyinin önemli düzeyde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca olgunlaşma süresinin ve sıcaklığının artmasının propiyonik asit bakterisi sayısını, propiyonat ve asetat seviyesini, primer ve sekonder proteolizi önemli oranda artırdığını belirtmişlerdir.

Eliskases-Lechner et al. (1999), çalışmalarında gözenekli peynirlerde propiyonat seviyesinin 3000 mg/kg'ın üzerinde olduğunda, propiyonik asit bakterisi seviyesinin ise 10^6 - 10^8 kob/g arasında olduğunda karakteristik gözenek oluşumunun gerçekleştiğini bildirmiştir.

Son yıllarda propiyonik asit bakterilerinin sağlığa yararları üzerinde önemle durulmaktadır. Propiyonik asit bakterilerinin bazı özellikleri onları probiyotik olarak iyi bir aday haline getirmektedir. Örneğin gastrointestinal geçişte canlı kalma probiyotikler için önemli bir seçici kriterdir (Quwehand, 2004). Bazı

propiyonik asit bakterilerinin düşük pH'a maruz kalmalarına rağmen canlı kaldıkları gözlenmiştir. Düşük pH'da inkübasyon propiyonik asit bakterilerinin yaşayabilirliklerini ve enzim aktivitelerini etkileyebilmesine rağmen, bu durum sütte ya da peynirde dengelenebilmekte, propiyonik asit bakterileri gıda matriksinde daha iyi bir şekilde canlı kalabilmektedir (Jan et al., 2000). Bazı türler hariç propiyonik asit bakterilerinin safra tuzuna da direnç gösterebildikleri belirlenmiştir.

Propiyonik asit bakterilerinin probiyotik olarak adlandırılmalarına ilişkin diğer bir önemli kriter intestinal mukozaya tutunabilme yetenekleridir. Bu yetenek onların gastrointestinal sistemde patojenleri rekabet dışı bırakmak suretiyle daha uzun süre hayatta kalmalarını sağlar (Quwehand et al., 2002).

Beta galaktosidaz enziminin üretimi, laktozun hidrolizasyonu, laktoz intoleransta tedavi edici etkisi propiyonik asit bakterilerinin insanlardaki belirgin etkileridir. Diğer taraftan propiyonik asit bakterilerinin insanların intestinal sisteminde tutunabilmeleri için iki hafta propiyonik asit bakterileri ile beslenme önerilmektedir. Önemli kanserojenlerden olan Aflatoksin B₁ ile kontamine olmuş gıda tüketen insanlarda bu metabolitin biyoyararlılığının ve absorpsiyonunun propiyonik asit bakterileri tüketimi ile düşürülebileceği bildirilmiştir. Ayrıca *P. freudenreichii* ve *Lactobacillus rhamnosus* karışımını içeren bir diyetin kanserojenlerin biyosentezini azalttığı tespit edilmiştir. Son olarak kolon kanserinde kanserli hücrelerde apoptosise neden oldukları hem in vivo hem de in vitro çalışmalarla kanıtlanan propiyonik asit bakterileri bu alanda yeni perspektifler açacak gibi görünmektedir (Thierry et al., 2011). Çizelge 2.2.'de propiyonik asit bakterileri tarafından üretilen bazı bakteriyosinler verilmiştir.

Çizelge 2.2. Propiyonik asit bakterileri (PAB) tarafından üretilen bazı bakteriyosinler (Quwehand, 2004).

Türler	Bakteriyosin	Molekül Ağırlığı(Da)	Etki Gösterdiği Tür
<i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> ATCC 9616	Aknesin	800-1200	Deri kaynaklı PAB, G (-) bakteriler, mayalar
<i>P. acnes</i>			
<i>P. jensenii</i> P126	Jenseniin G	12000	PAB, laktik asit bakterileri, deri kökenli PAB, G (-) ve G (+) bakteriler
<i>P. jensenii</i> B1264	Jenseniin P	3000-10000	
<i>P. jensenii</i> LMG 3032	PAMP	6383	PAB, laktobasiller
<i>P. thoneii</i> 127	Propionisin PLG-1	9328	Maya, küf, bazı G (-) bakteriler, laktik asit bakterileri
<i>P. thoenii</i> 419			
<i>P. thoneii</i> LMG 2792	Propionisin T1	7130	PAB Maya, küf, laktik asit bakterileri, PAB
<i>P. jensenii</i> DF1	Propionisin SM1	22300	
<i>P. jensenii</i> DF1	Propionisin SM2	13600	

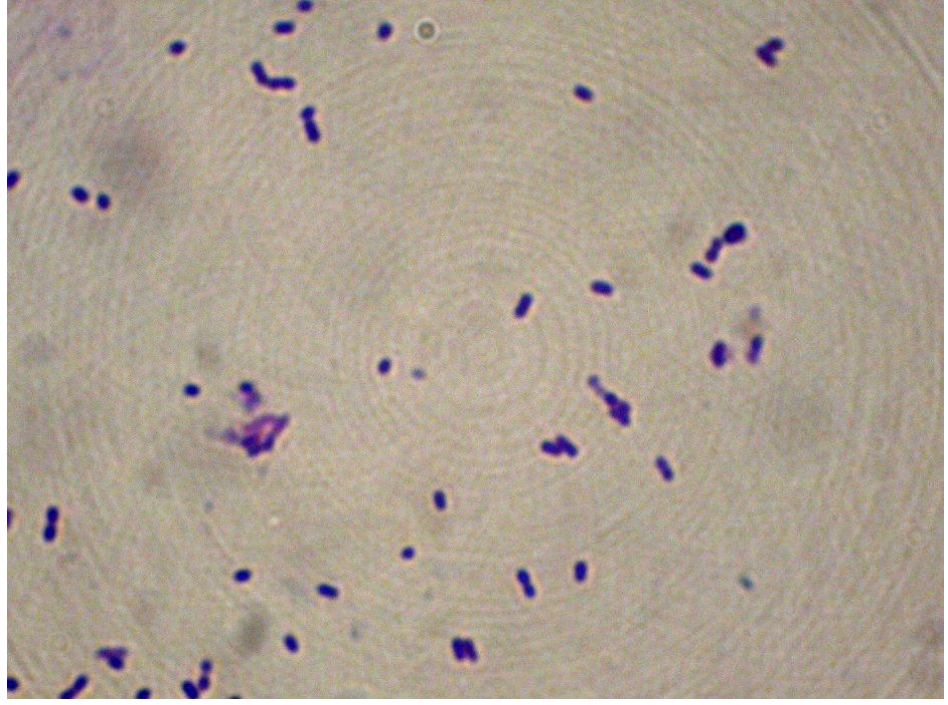
3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

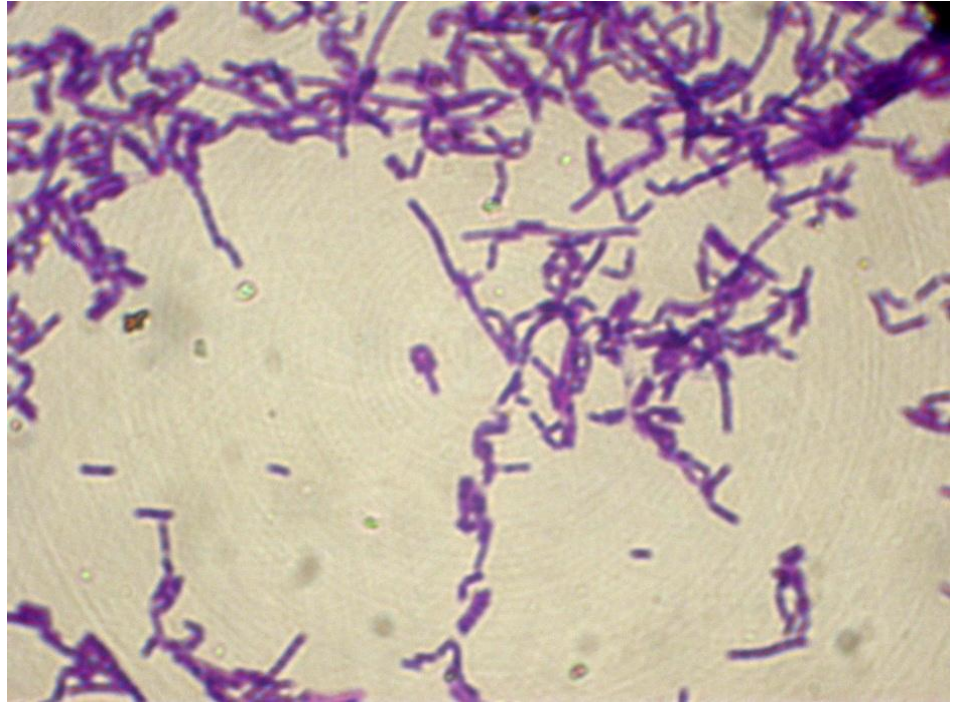
Mihaliç peyniri üretimi Manisa ilinin Kırkağaç ilçesine bağlı Gelenbe kasabasında bulunan Koyu Mandıra San.Tic.Ltd.Şti.'nde gerçekleştirilmiştir. Gelenbe kasabası ve çevre köylerden temin edilen toplam 700 litre çiğ inek sütü soğuk zincirde işletmeye getirilmiş ve kalite kontrolü gerçekleştirildikten sonra peynir üretiminde kullanılmıştır. Üretimde 1:16000 kuvvetinde Maxiren marka peynir mayası kullanılmıştır. Peynir üretiminde kullanılan CaCl_2 ticari olarak piyasadan elde edilmiştir.

3.2. Mihaliç Peyniri Üretiminde Kullanılan Starter Kültürler

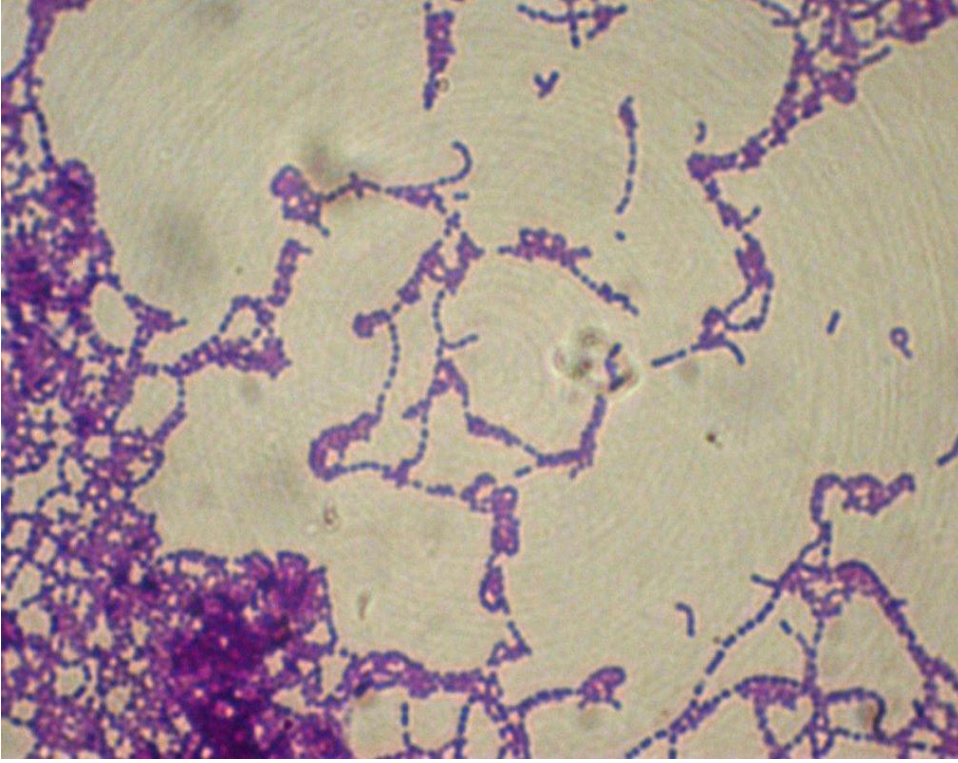
Araştırmada kullanılan *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* (B3252) ARS (Agriculturel Research Sevice, USDA) kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. *Lactobacillus helveticus* (DVS (50) Lh-B 02) ve *Streptococcus thermophilus* (DVS (50) STB-01) ise Peyma-Chr, Hansen's Peynir Mayası San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Propiyonik asit bakterileri için CSL firmasından temin edilen CSL France *Propionibacterium* Lot: L1061 (*Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* ve *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) kodlu kültür kullanılmıştır. Peynir üretiminde kullanılmadan önce kültürlerin mililitresinde bulunan mikroorganizma sayıları ekim yapılarak *Streptococcus thermophilus* için $9,3 \times 10^9$ kob/ml, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* için $5,8 \times 10^9$ kob/ml, propiyonik asit bakterileri $7,8 \times 10^9$ kob/ml ve *Lactobacillus helveticus* için $8,7 \times 10^9$ kob/ml oranlarında tespit edilmiştir. Kültür olarak kullanılan bakterilerin mikroskopik görüntüleri Şekil 3.1., 3.2. ve 3.3.'te verilmiştir.



Şekil 3.1. Kültür olarak kullanılan propiyonik asit bakterilerinin mikroskopik görüntüsü (1000×)



Şekil 3.2. Kültür olarak kullanılan *L. helveticus*'un mikroskopik görüntüsü (1000×)



Şekil 3.3.Kültür olarak kullanılan *S. thermophilus*'un mikroskopik görüntüsü (1000×)

3.3. Metot

3.3.1. Deneme planı

Araştırmada Mihaliç peynirlerinin yapımında kullanılan kültür kombinasyonları, inokülasyon oranları ve uygulanan haşlama sıcaklıkları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çizelgede 3.1.'de de görüldüğü gibi üç farklı starter kültür kombinasyonuna iki farklı pıhtı sıcaklığı uygulanmış ve deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Olgunlaşma periyodunun 1., 15., 30., 60., ve 90. günlerinde peynirlerin mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Mihaliç peyniri üretiminde denemenin düzenlenmesi.

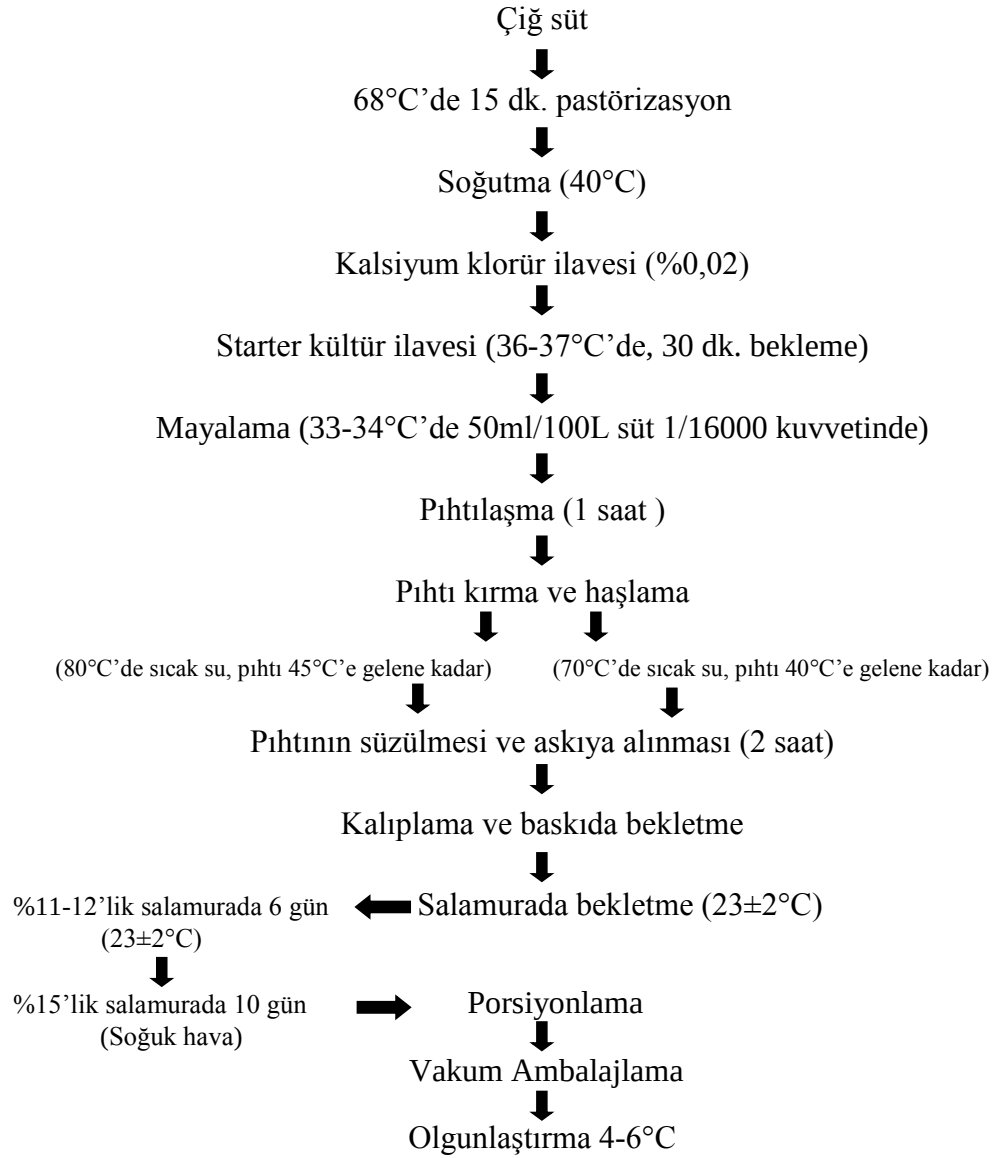
Peynir Kodu	Kullanılan Kültür ve İnokülasyon Oranı	Haşlama Sıcaklığı
HP45	<i>Lactobacillus helveticus</i> (%1) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> ve <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> (%0,1)	45°C
StHP45	<i>Lactobacillus helveticus</i> (%0,5) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> ve <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> (%0,1) <i>Streptococcus thermophilus</i> (%1)	45°C
LeuSt45	<i>Leuconostoc mesentroides</i> ssp. <i>cremoris</i> (%0,5) <i>Streptococcus thermophilus</i> (%0,5)	45°C
HP40	<i>Lactobacillus helveticus</i> (%1) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> ve <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> (%0,1)	40°C
StHP40	<i>Lactobacillus helveticus</i> (%0,5) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> ve <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> (%0,1) <i>Streptococcus thermophilus</i> (%1)	40°C
LeuSt40	<i>Leuconostoc mesentroides</i> ssp. <i>cremoris</i> (%0,5) <i>Streptococcus thermophilus</i> (%0,5)	40°C
K	Kontrol (Kültür kullanılmamıştır)	45°C

3.3.2. Kùltürlerin aktivasyonu

Üretimde kullanılan starter kùltürlerden *L. helveticus* ve *S. thermophilus* %12 kurumaddeli (ağırlık/hacim) yağsız süt tozundan (Pınar Süt Mamùlleri Sanayi A.Ş., Pınarbaşı, İzmir) hazırlanan sterilize sütte 1 gece 37°C’de inkübasyona bırakılarak çoğaltılmış ve üretimde kullanılmıştır. Propiyonik asit bakterileri, YEL broth’da 3 gün boyunca 30°C’de inkübe edilmiş, *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* ise MRS broth’da 2 gün boyunca 32°C’de inkübe edilmiştir. 80°C’de haşlama suyu kullanılan peynirlerimizin pıhtı sıcaklıkları 45°C, 70°C’de haşlama suyu kullanılan peynirlerimizin pıhtı sıcaklığı ise 40°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Çiğ süttten üretilen kontrol örneğinde kùltür kullanılmamıştır.

3.3.3. Peynir üretimi

Kùltürlü Mihaliç peyniri üretim diagramı Şekil 3.4’te verilmiştir. Buna göre çiğ süt 68°C’de 15 dk. pastörize edilmiş, 40°C’e soğutulduktan sonra %0,02 oranında CaCl₂ ilavesi yapılmıştır. Şekil 3.4’e göre süt 36-37°C’e soğutulduktan sonra starter kùltür ilavesi yapılmış ve 30 dk. beklenmiştir. Daha sonra 33-34°C’e soğutulan süte 50ml/100L süt oranında peynir mayası ilave edilmiştir. 1 saat pıhtılaşma için beklenmiş, daha sonra HP45, StHP45 ve LeuSt45 no’lu peynirlere 80°C’de sıcak su verilmiş ve pıhtı 45°C’e gelene kadar karıştırılmıştır. HP40, StHP40 ve LeuSt40 no’lu peynirlere ise 70°C’de sıcak su verilmiş ve pıhtı 40°C’e gelene kadar karıştırma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra pıhtının tamamen dibe çökmesi beklenmiş, dibe çöken pıhtı temiz bir tülbentle alınarak asılmış ve 2 saat beklenmiştir. Bekleme esnasında kelleler şişlenerek suyunun daha çabuk süzülmesi ve kellelerin soğuması sağlanmıştır. Kalıplama ve baskıda bekletme işlemlerini takiben üretilen peynirler gözenek açana kadar %11-12’lik salamurada oda sıcaklığında (23±2°C) bekletilmiştir. Daha sonra %15’lik salamurada soğuk havaya (6±2°C) alınmıştır. On gün sonra peynirler, her peynir örneği için yaklaşık olarak 1 kg’lık olacak şekilde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için eşit ağırlıkta porsiyonlandıktan sonra Henkelman Vacuum Systems (İngiltere) marka vakum makinası kullanılarak vakum ambalajlama yapılmıştır.



Şekil 3.4. Kültürlü Mihaliç peyniri üretimi.

Şekil 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'te ise Mihaliç peynirinin üretim aşamalarına ait görüntüler verilmiştir.



Şekil 3.5. Çiğ sütün pastörizasyonu



Şekil 3.6. Haşlama sonrası telemin alınması



Şekil 3.7. Telemenin asılması



Şekil 3.8. Mihaliç peyniri

3.3.4. Çiğ süt analizleri ve peynir randımanı

Peynir yapımında kullanılacak çiğ sütün kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini belirlemek amacıyla yağ, kurumadde, protein, laktoz, asitlik (pH, °SH) ve kül analizleri Oysun'a (1996) göre yapılmış ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı belirlenmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 1996).

Peynir randımanını belirlemek için, süzülme işlemi tamamlanmış ve dinlendirilmiş Mihaliç peynirleri tartılarak, 100 kg süttten elde edilen peynir miktarı hesaplanmıştır (Kurt, 1990).

3.3.5. Peyniraltı suyu analizleri

Peynirlerin yapımı sırasında açığa çıkan peyniraltı sularından homojen halde alınan örnekler steril şişelere alınmış, soğutularak analiz için laboratuvara getirilmiştir. Peyniraltı sularının fizikokimyasal (protein, yağsız kurumadde, yağ) analizleri Oysun'a (1996) göre gerçekleştirilmiştir.

3.3.6. Peynir örnekleri için kimyasal analiz metotları

3.3.6.1. Kurumadde

Peynirlerde kurumadde içeriği gravimetrik olarak Oysun'a (1996) göre belirlenmiştir.

3.3.6.2. Yağ ve kurumaddede yağ

Yağ miktarı Gerber metodu ile belirlenmiştir. Bunun için Van-Gulik yöntemi (bütirometrik yöntem) kullanılmıştır. Kurumaddede yağ ise hesaplama yöntemi ile belirlenmiştir (Oysun, 1996).

3.3.6.3. Tuz ve kurumaddede tuz

Peynirlerimizde tuz tayininde Mohr yöntemi kullanılmıştır. Bunun için 5 g örnek, 60-70°C'deki sıcak su ile iyice ezilmiştir. Sulu kısım balon jojeye aktarılmış, aynı işlem 5-6 kez tekrarlanmış ve her defasında sulu kısım balon jojeye aktarılmıştır. Bu şekilde peynirdeki tuzun hemen hemen tamamının suya

geçmesi sağlandıktan sonra balon joje içeriğinin soğuması için bir süre bekletilmiş ve daha sonra balon içeriği saf su ile 500 ml çizgisine dek tamamlanmıştır. Balon içeriği filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden 25 ml bir erlene alınmış, üzerine 0.5 ml K_2CrO_4 çözöltisi (%5'lik) ilave edilerek, 0.1 N $AgNO_3$ çözöltisi ile titre edilmiştir. Sonuç aşğıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Metin ve Öztürk, 2002).

$$Tuz miktarı (\%) = \frac{0.585 \times F \times (V_1 - V_0)}{m}$$

V_1 : Peynir örneğı için harcanan gümüş nitrat çözöltisi miktarı, ml

V_0 : Tanık deneme için harcanan gümüş nitrat çözöltisi miktarı, ml

m: Titre edilen peynir miktarı, g

F: 0,1 N $AgNO_3$ çözöltisinin faktörü

3.3.6.4. pH değeri ve titrasyon asitliği

Peynirlerin pH ölçömlerinde elektrotlu dijital pH-metreden (Hanna Instruments pH211, Portugal) yararlanılmıştır (Metin ve Öztürk, 2002).

Peynirde titrasyon asitliği tayini için 10 g peynir örneğı üzerine 40°C'de 100 ml damıtık su ilave edilerek karıştırılmış, 2-3 damla %1'lik fenolfitalein indikatörü eşliğinde 0,1 N NaOH ile en az 30 sn kalıcı açık pembe renk oluşana dek titre edilmiştir. Sonuç aşğıdaki formöl yardımıyla elde edilmiştir (Oysun, 1996) .

$$Laktik asit (\%) = \frac{V \times 0.009}{m} \times 100$$

V: titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı, ml

m: peynir miktarı, g

3.3.6.5. Toplam azot (TN) ve protein

Peynir örneklerinin toplam azot değeri hem protein miktarlarının hesaplanmasında hem de proteoliz düzeyinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Law, 1987). Çalışmamızda toplam protein ve suda çözönen azot miktarları, James'in (1995) belirttiğı yönteme göre yaş yakmayı takiben Kjeldahl metodu ile tespit edilmiştir. Örneklerin toplam protein miktarları toplam azot miktarlarının 6,38 faktörüyle çarpılması sonucu elde edilmiştir.

3.3.6.6. pH 4,6'da çözünen azot (WSN) ve olgunlaşma indeksi

20 g peynir örneği 40 ml su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender kullanılarak 2 dk homojenize edilmiştir. Homojenatın pH'sı 1 M HCl ile 4,6'ya getirilmiştir. Karışım 40 °C'deki su banyosunda 1 saat bekletilmiş ve ardından 3000 × g'de ve 4°C'de 30 dk santrifüj edilmiştir. pH 4.6'da çözünen azot için üstteki sıvı kısım filtre kağıdından süzülüp Kjeldahl metodu ile saptanmak üzere dondurulmuştur. Suda çözünen azot oranı aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur (Hayaloğlu vd., 2011).

$$\% WSN = \frac{1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F}{m} \times 100$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl (ml)

V_0 : Kör denemede harcanan HCL (ml)

N : HCl çözeltisinin normalitesi

F : HCl çözeltisinin faktörü

m : örnek miktarı (g)

Peynir teknolojisinde proteolitik aktivitenin ve buna bağlı olarak olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilen suda çözünen azot oranı, peynirin toplam azot oranı ve nem içeriğiyle farklılık göstermektedir. Bundan dolayı peynirlerin olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde, suda çözünen azot değerinin toplam azot değerine oranlanmasıyla bulunan değer olgunlaşma katsayısı ya da olgunlaşma indeksi olarak kullanılmaktadır.

Peynir örneklerinin olgunlaşma indeksleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Venema et al., 1987).

$$\text{Olgunlaşma İndeksi (\%)} = \frac{WSN}{TN} \times 100$$

WSN : Suda çözünen azot miktarı (g/100g)

TN : Toplam azot miktarı (g/100g)

3.3.6.7.% 12'lik Trikloroasetik asitte (TCA-SN) çözünen azot oranı ve olgunlaşma indeksi

Suda çözünen azot analizinde alınan filtrattan 25 ml alınıp eşit hacimde %24'lük (w/w) TCA çözeltisi karıştırılarak (son TCA konsantrasyonu %12 olacak şekilde) oda sıcaklığında iki saat tutulmuş, daha sonra, karışım Whatman No.113 filtre kağıdından geçirilip, filtrattan 10 ml alınarak, standart Kjeldahl metodu ile TCA'da çözünür kısmın azot içeriği belirlenmiştir (Hayaloğlu vd., 2011). Sonuçlar aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% TCA = \frac{1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F}{m} \times 100$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, ml

V_0 : Kör denemede harcanan HCl

M: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin molaritesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

M: Örnek miktarı, g.

Peynirlerin olgunlaşma düzeyinin ileri düzeyde belirlenmesinde, TCA'da çözünen azot değerinin toplam azot değerine oranlanmasıyla bulunan değer olgunlaşma katsayısı ya da olgunlaşma indeksi olarak kullanılmaktadır.

Peynir örneklerinin olgunlaşma indeksleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunlaşma İndeksi (\%)} = \frac{\text{TCA'da Çözünen Azot}}{TN} \times 100$$

TN : Toplam azot miktarı (g/100g)

3.3.6.8. Toplam serbest yağ asitleri değeri

Lipoliz derecesini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri olan toplam serbest yağ asitleri değeri yağ ekstraksiyonu ve titrasyon yöntemi ile Renner (1993) tarafından önerilen metoda göre belirlenmiş ve sonuçlar aşağıdaki formül yardımı ile 100 g peynir yağındaki g oleik asit (%) cinsinden ifade edilmiştir. Bu amaçla iyice rendelenmiş peynir örneği bir beher içinde yeterli miktarda Kieselgur ile iyice ezilmiştir. Daha sonra karışım üzerine dietileter ilave edilerek iyice

karıştırılmıştır. Sıvı kısım kaba filtre kağıdından geçirilmiş ve katı kısımdaki muhtemel yağ kalıntıları tekrar dietileter ilave edilerek çözündürülmüş ve şilifli balon içerisinde toplanmıştır. Balon içerisinde toplanan dietileter-yag karışımından, dietileter yaklaşık 45°C’de bir rotary evaporator yardımı ile vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki kalıntı çözgen, azot gazı ile veya 40°C’lik bir etüvde bekletilerek tamamen uçurulduktan sonra, balondaki yağ bir erlene tartılmıştır. Tartılan yağ üzerine 40 ml eter-alkol karışımı (1:1) ilave edilerek 0,1 N etil alkolde hazırlanmış KOH ile %1’lik fenolfitalein eşliğinde titre edilmiştir. Lipoliz derecesini belirlemek için kullanılan toplam serbest yağ asitleri % oleik asit cinsinden bulunmuş, yağ asitleri kompozisyonu için peynir örneklerinden ekstrakte edilen saf süt yağı cam şişelerde dondurulmuştur.

$$\% \text{ Oleik Asit} = \frac{282 \times n \times F}{E} \times 100$$

- n : Harcanan KOH (ml)
 282: Oleik asidin molekül ağırlığı
 F : 0,1 N KOH çözeltisinin faktörü
 E : Tartılan yağ miktarı

3.3.6.9. Yağ asitleri kompozisyonu

Örneklerin yağ asitleri kompozisyonu Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ekofizyoloji Laboratuvar’ında bulunan “Agilent Technologies 6890N” marka gaz kromatografi cihazı (Agilent, CA, ABD) ile 60 metre uzunlukta “Spelco 2380” marka kapiler kolon (60 m x 0.25 mm i.d., 0.20 µm film kalınlığı; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Bölüm 3.3.6.8.’da anlatıldığı şekilde peynir örneklerinden ekstrakte edilen saf süt yağı öncelikle metil esterlerine dönüştürülmüştür (Anonymous, 2000). Bu amaçla santrifüj tüplerine 0,5 g yağ örneği tartılmış, üzerine metanolde hazırlanmış 1 ml 2N KOH çözeltisi ve 7 ml hekzan ilave edilmiştir. 30 dakika süren santrifüjü takiben üst kısımdan 1,4 ml alınarak özel viallere ayrılmış ve analize kadar ışık almayan yerde muhafaza edilmiştir. Viallere ayrılan örnekten 2 µl alınarak otomatik örnekleme aparatı (HP7683 B) yardımıyla cihaza enjekte edilmiştir. Çıkan pikler yağ asidi standardından (SupelcoTM 37 Component FAME mix, Supelco, Bellefonte, PA, ABD) yararlanılarak tanımlanmıştır. Analiz sırasında çıkan pikler, standarttan yararlanarak pikin zaman ve alan hesaplaması ile fraksiyonları tespit edilmiş ve sonuçlar % yağ asidi olarak verilmiştir. Analiz şartları aşağıda belirtildiği şekilde uygulanmıştır (Kesenkaş, 2005);

- Dedektör sıcaklığı : 300°C
- Taşıyıcı gaz : Helyum gazı. Akış hızı 1 ml/dk
- Enjekte edilen örnek miktarı : 2 µl
- Sıcaklık programı : 100°C 35 dak., 3°C/dak 200°C, 220°C 15 dak
- Basınç : 30.49 psi
- Enjeksiyon bloğu ayarı : 1/20 (Split)

3.3.6.10. Organik asitler

Mihaliç peyniri örneklerinde organik asit miktarlarının belirlenmesi Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ekofizyoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Organik asitlerin ekstraksiyonu için 7 g örneğe 40 ml taşıyıcı faz ilave edilerek iyice karıştırılmış, 1 saat sonra 6000 devir/dakikada 5 dakika santrifüjlenmiştir. Üstte kalan berrak kısım Whatman no:1 filtre kağıdından süzölmüş, gözenek çapı 0,45 µm olan membran filtreden geçirilerek HPLC'e enjekte edilecek saflığa getirilmiştir (Dinkçi, 2006). HPLC kalitesindeki organik asit standartları (formik asit, laktik asit, asetik asit, ürik asit, sitrik asit, süksinik asit ve propiyonik asit) Sigma'dan temin edilmiştir. Taşıyıcı faz olarak sulu %0,5 (NH₄)₂HPO₄- %0,4 asetonitril kullanılmıştır. Taşıyıcı fazın hazırlanmasında analitik saflıkta (NH₄)₂HPO₄ ve HPLC saflığında asetonitril Ultra Pure destile suda çözündürölmüş, H₃PO₄ ile pH değeri 2,24'e ayarlanmıştır (Dinkçi, 2006). Organik asitler peynirde bulunabilecek konsantrasyon aralığında hazırlanmıştır. En uygun seyreltme oranının beşte bir olduğuna karar verilerek, standartların sulu çözeltileri hazırlanmış, HPLC'e 20µl enjekte edilmiştir (Akalin et al., 2002). Organik asitler çizilen standart eğriden elde edilen okuma değerlerine göre hesaplanmıştır.

HPLC'nin Özellikleri:

Cihaz : Thermo Dionex UltaMate 3000 Series

Dedektör : UV Dedektör

Kolon : C18 (150 x 4.6, Thermo Scientific, ABD)

Kolon sıcaklığı ve basıncı : 35°C, 350 bar

Akış hızı : 1 ml/dakika

Örnek miktarı : 20µl

Süre : 15 dakika

3.3.7. Mikrobiyolojik analizler

3.3.7.1. Dilüsyon sıvılarının hazırlanması

Aseptik koşullarda 10 g peynir örneği, steril stomacher poşetine tartılmış ve üzerine 90 ml steril ringer çözeltisi ilave edilmiştir. Colworth Stomacher 400 (Seward Laboratory, U.K.) marka stomacher kullanılarak iki dakika süreyle homojenize edilmiş ve 1ml alınarak 9 ml'lik steril ringer çözeltisine ilave edilerek karıştırılmıştır. Bir önceki dilüsyonlardan 1 ml alınarak dilüsyon serileri hazırlanmıştır (Bracquart,1981).

3.3.7.2. Kültür bakterilerinin sayımı

Peynir yapımında starter kültür olarak kullanılan *Streptococcus thermophilus* için ST Agar'dan yararlanılmıştır (Dave and Shah, 1996) (Bkz.Ek.3). Ekim sonrası petri kapları 37°C'de 2-3 gün tutulmuş, daha sonra tipik koloniler sayılarak ilgili bakterinin sayımı gerçekleştirilmiştir. *Lactobacillus helveticus* için MRS agar (pH 5,4) kullanılmış, petriler 37°C'de 2-3 gün inkübasyona bırakılmıştır. *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* için vancomycin (30µg/ml) içeren MRS agar kullanılmış, petriler 30°C'de 2-3 gün inkübasyona bırakılmıştır (Güley, 2008). Söz konusu bakterilere anaerobik ortam sağlamak amacıyla anaerobik jar ve kit (Anaerocult A) (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır (Dave and Shah, 1998). Kültür bakterilerinin sayımı için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kültür bakterileri için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları

Kültür bakterisi	Besiyeri	İnkübasyon koşulları
<i>Streptococcus thermophilus</i>	ST Agar	37°C, 3 gün, aerobik
<i>Lactobacillus helveticus</i>	MRS Agar (pH 5.4)	37°C, 3 gün, anaerobik
<i>Leuconostoc mesentroides</i> ssp. <i>cremoris</i>	MRS-V	30°C, 3 gün, anaerobik
Propiyonik asit bakterileri	YELN	30°C, 7 gün, anaerobik

Propiyonik asit bakterilerini saymak amacıyla Yeast Ekstrat Sodyum Laktat Agar'a (YELA) naladiksik asit ilave edilmesiyle hazırlanan YELN (Yeast Ekstrat Sodyum Laktat Naladiksik Asit) besiyeri kullanılmıştır (Darılmaz, 2010) (Bkz. Ek.3).

3.3.8. Duyusal analizler

Duyusal değerlendirme olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde önceden kendilerine ön bilgiler verilmiş bölüm akademik personelinden oluşan 10 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır. Peynir örneklerinde renk ve görünüş, homojen gözenek dağılımı, tekstür, tat ve aroma yoğunluğu, tuzluluk gibi kriterlere bakılarak 1-9 arasında puanlandırma ile duyusal değerlendirme yapılmıştır (Bkz. Ek.4).

3.3.9. İstatiksel analiz metotları

Üretilen Mihaliç peynirlerinin özellikleri arasındaki farkı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way Anova) uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS versiyon 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $P < 0.05$ düzeyinde test edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.Mihaliç Peyniri Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Özellikleri ve Peynir Randımanları

Diğer süt ürünlerinde olduğu gibi peynir üretiminde kullanılan sütün fiziksel ve kimyasal özellikleri peynir kalitesi ve verimi ile yakından ilgilidir. Bu amaçla araştırmada kullanılan sütün bileşimi belirlenmiştir. Mihaliç peynirlerinin üretiminde kullanılan sütün kurumaddesi %11,28, yağ miktarı %3,05, titrasyon asitliği 8,8 SH°, pH değeri 6,58, laktoz oranı %4,5, kül miktarı %0,7, protein içeriği %2,9, toplam bakteri sayısı ise 8×10^6 kob/ml olarak bulunmuştur.

Ham peynirin randımanı 100 litre sütün elde edilen peynir miktarı (kg) olarak hesaplanmıştır. Üretilen Mihaliç peynirlerinin randımanları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Peynirlerimizin randımanları %9,58-10,00 arasında değişmiştir. Özcan (2000), Mihaliç peynirlerinde randımanın ortalama %9,40 olduğunu belirtmiştir. Bulut (2006) ise çiğ sütün ürettiği Mihaliç peynirinde randımanı %8,73, pastörize sütün starter kültür kullanarak ürettiği Mihaliç peynirinde ise randımanı %9,06 olarak belirlemiştir. Buna göre peynirlerimizin randımanı Özcan (2000) ve Bulut’a (2006) göre daha yüksek olup, bu durum çiğ sütün bileşiminden, kullanılan starter kültürlerden ya da üretim yönteminde uygulanan farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. Peynirlerimizde en yüksek randıman HP45 ve LeuSt40 kodlu örneklerde saptanırken, bu peynirleri HP40, StHP40, StHP45, LeuSt45 ve son olarak da kontrol grubu takip etmiştir. Bulut (2006) da çalışmamıza benzer şekilde en yüksek randımanın pastörize sütün starter kültür katılarak üretilen örnekte tespit edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı çiğ sütün ürettiği Mihaliç peynirinde randımanı %8,73 olarak tespit etmiş, pastörize sütün starter kültür kullanarak ürettiği peynirde ise randımanın %9,06’a yükseldiğini belirtmiştir. Gölge (2009) da ürettiği Mihaliç peynirlerinde en yüksek randımanı *L. helveticus* + *S. thermophilus* kültür kombinasyonunu kullanarak ürettiği peynirde belirlemiştir. Kurt ve Çakmakçı (1991), pastörize edilen sütün üretilen peynirlerde çiğ sütün üretilen peynirlere göre %4 oranında bir randıman artışı sağlandığını bildirmişlerdir. Bintsis and Papademas (2002) pastörize sütün üretilen peynirlerde starter kültür seçiminin özellikle randıman açısından en önemli aşama olduğunu, Pappas et al. (1996) ise peynirde starter kültür kullanımının peynir verimi de dahil olmak üzere birçok faktör üzerine önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Küçüköner (2011) de peynire işlenecek sütün

pastörize edilmesinin peynir randımanını olumlu yönde etkileyebileceğini bildirmiştir. Atasoy (2004) de peynire işlenecek süte uygulanan pastörizasyon işleminin serum proteinlerinin denatürasyonuna neden olarak randıman artışı sağladığını belirtmiştir.

Çizelge.4.1. Mihaliç peynir örneklerinin randımanları (kg /100L süt)

	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
Peynir Randımanı	10,00	9,61	9,60	9,78	9,93	10,00	9,58
HP45: %1 <i>L. helveticus</i> + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. HP40: %1 <i>L. helveticus</i> + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. StHP45: %1 <i>S. thermophilus</i> + %0,5 <i>L. helveticus</i> + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. StHP40: %1 <i>S. thermophilus</i> + %0,5 <i>L. helveticus</i> + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. LeuSt45: %0,5 <i>L. mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i> + %0,5 <i>S. thermophilus</i> kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. LeuSt40: %0,5 <i>L. mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i> + %0,5 <i>S. thermophilus</i> kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. K: Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.							

4.2. Mihaliç Peyniri Üretiminde Elde Edilen Peyniraltı Sularının Özellikleri

Mihaliç peyniri üretiminde elde edilen peyniraltı sularının özellikleri Çizelge 4.2.’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mihaliç Peyniri üretiminde elde edilen peyniraltı sularının özellikleri

Analizler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
Protein (g/100g)	1,49	1,77	1,78	1,63	1,37	1,38	1,87
Yağsız kurumadde (g/100g)	3,85	4,61	4,66	4,24	3,52	3,54	4,89
Yağ (g/100g)	0,66	0,81	0,85	0,75	0,61	0,58	1,07

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

Çizelge 4.1. ve 4.2.'de görüldüğü gibi en yüksek randıman protein, yağsız kurumadde ve yağ kayıplarının daha az olduğu HP45 ve LeuSt40 peynir örneklerinde bulunmuştur. Bu örnekleri yine bu kayıpların az olduğu HP40 peynir örneği takip etmiştir. Söz konusu kayıpların en yüksek olduğu kontrol örneğinde ise randıman en düşüktür. StHP45 ve LeuSt45 örneklerinin randımanları birbirine çok yakın tespit edilmiş, bu peynirlerde peyniraltı suyuna geçen bileşenlerin miktarları da birbirine oldukça yakın bulunmuştur.

Bu durum starter kullanımının peynir suyuna geçen yağ ve protein miktarı azaltmasıyla açıklanabilir (Özcan, 2000; Gürsoy ve Kesenkaş, 2011). Kurt (1990) da, peynir yapımında starter kültür kullanılması ve pıhtıda asitliğin yüksek olmasıyla yağın pıhtıda daha çok tutulduğunu belirtmişlerdir. Haşlama sıcaklıklarının peyniraltı suyuna geçen bileşenlerin üzerine etkisine baktığımızda 45°C'de haşlanan peynirlerin aynı kültürlerin kullanıldığı ve 40°C'de haşlanan peynirlere göre protein, yağ ve kurumadde kayıplarının daha fazla olduğu görülmektedir. Kurt ve Çakmakçı (1991) de peynir üretiminde kullanılan süte uygulanan ısı işlem, mayalama sıcaklığı ve süresi, pıhtı kesme zamanı ve büyüklüğü ile baskı işleminin peynir suyuna geçen besin maddelerinin tür ve miktarları üzerine önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

4.3. Mihaliç Peynirlerinin Kurumadde İçerikleri

Suyun dışındaki bileşenlerin tamamını kapsayan kurumadde, peynirin esasını oluşturmaktadır. Peynirlerde kurumadde miktarı peynir randımanını, besinsel değerini ve duyu özelliklerini etkilemektedir.

Araştırmamızda üretilen Mihaliç peynirlerinin kurumadde miktarları ve olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.3. ve Şekil 4.1.'de verilmiştir. Peynirlerimizde en yüksek kurumadde oranı olgunlaşma başlangıcında %58,69 ile StHP45 örneğinde tespit edilirken, olgunlaşma sonunda en yüksek değer %58,70 ile yine aynı örnekte tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi sadece LeuSt40'ın kurumadde değerini etkilemiştir ($p<0,05$). Bu örnekte başlangıçta %56,87 olan kurumadde miktarı olgunlaşma sonunda %54,62'e düşmüştür. Örnekler arasındaki farklılığa bakıldığında sadece 60. ve 90. günlerde önemli bulunmuş ($p<0,05$), olgunlaşmanın diğer günlerinde örnekler arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür. Örneklerin özellikle olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde meydana gelen kurumadde miktarlarında farklılık starter kültürlerin

aktiviteleri sonucu pH'nın düşmesi, dolayısıyla peynirdeki kazein matriksinin olgunlaşma ilerledikçe büzüşerek daha fazla su kaybına neden olmasıyla açıklanabilir (Özcan, 2000). Olgunlaşma süresince kurumadde içeriklerinde LeuSt40 hariç önemli bir değişim olmamasına rağmen, peynirlerin kurumadde oranları genel olarak az da olsa azalmıştır. Bu durum olgunlaşma esnasında peynirde peptit bağlarının parçalanarak yeni grupların açığa çıkmasına, dolayısıyla proteinlerin su bağlama yeteneklerinin artmasına bağlanabilir (Tzanetakis et al., 1995; Gürsoy vd., 2001). Hayaloğlu (2003) de farklı starter kültürler kullanarak ürettiği peynirlerde kurumadde oranlarının olgunlaşma süresince azaldığını belirtmiştir.

Haşlama sıcaklıklarının örneklerimizin kurumadde içeriklerine etkisine baktığımızda ise olgunlaşmanın 60. gününe kadar haşlama sıcaklığının herhangi bir etkisi olmadığını, olgunlaşmanın 60. ve 90. gününde ise Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı kültür kullandığımız, fakat farklı sıcaklıklarda haşlanan peynirlerimizin farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür. Çizelge 4.3 incelendiğinde genel olarak 45°C'de haşlanan peynirlerin 40°C'de haşlanan peynirlere göre daha yüksek % kurumadde içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumda haşlama sıcaklıklarının özellikle olgunlaşmanın sonlarında kurumadde içeriklerinde etkili olduğu söylenebilir. Sheean et al. (2007) de termofilik kültür kullanılarak üretilen yarı-sert peynirlerin üretimi sırasında uygulanan haşlama sıcaklıklarının peynirlerin çeşitli özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında yüksek haşlama sıcaklığı uygulanan peynirlerin % kurumadde içeriklerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Visser (1991) de üretim prosesinde yüksek haşlama sıcaklığı uyguladığı peynirlerin daha düşük nem içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.3. Mihaliç Peyniri örneklerinin kurumadde içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

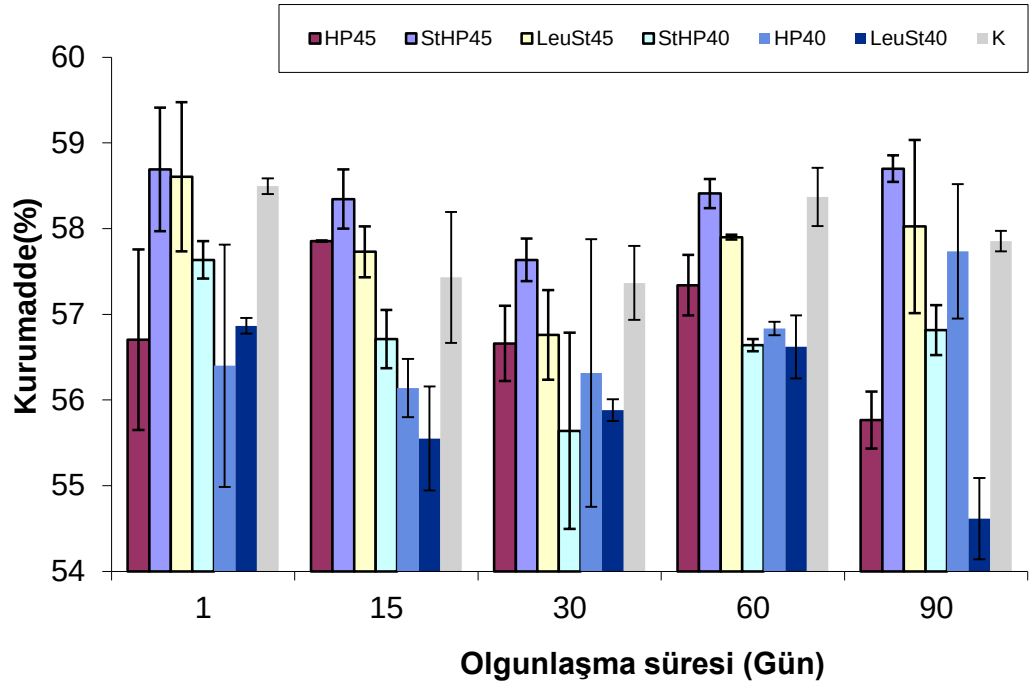
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	56,71±1,05	58,69±0,72	58,61±0,87	57,64±0,22	56,40±1,41	56,87±0,09 ^c	58,50±0,09
15	57,86±0,01	58,35±0,35	56,52±1,41	56,71±0,34	56,14±0,34	55,55±0,61 ^{ab}	57,43±0,76
30	56,66±0,44	57,64±0,25	56,76±0,52	55,64±1,15	56,32±1,56	55,88±0,13 ^{bc}	57,37±0,43
60	57,34±0,35 ^{BC}	58,41±0,17 ^D	57,90±0,03 ^{CD}	56,64±0,0 ^A	56,84±0,08 ^{AB}	56,62±0,37 ^{CA}	58,37±0,34 ^D
90	55,77±0,33 ^{AB}	58,70±0,16 ^D	58,03±1,01 ^{CD}	56,82±0,29 ^{BC}	57,74±0,78 ^{CD}	54,62±0,47 ^{AA}	57,86±0,12 ^{CD}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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

Peynir örneklerinde %54,62-58,70 arasında değişen kurumadde oranları, genel olarak Bulut’a (2006) ait değerlerden daha yüksek, Özcan’ın (2000) bildirdiği kurumadde miktarlarından daha düşük bulunmuştur. Öner ve Şanlıdere (2003) de Mihaliç peynirlerinin kurumadde değerlerinin %53,70-64,59 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çeşitli çalışmalardaki ve peynirlerimizin kurumadde değerleri arasındaki farklılığın Mihaliç peynirinin üretiminde uygulanan farklı yöntemlerden kaynaklandığı düşünülebilir. Bununla birlikte Mihaliç peynirinin çiğ süttten üretilmesi ve hammadde olarak kullanılan süttün farklı hayvan sütlerinden oluşması, ayrıca pastörize süttten üretilen Mihaliç peynirinde farklı starter kültürlerin kullanılmasının örneklerin kurumadde içeriklerini etkileyeceği çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Yaygın vd. 1984, Şen, 1991). Ayrıca; üretimde kullanılan kültürün tipi, oranı ile olgunlaşma periyodu sırasında peynirde bulunan canlı laktik asit bakterisi sayısı, peynir kitlesinde bulunan tuz miktarı ve olgunlaşma süresindeki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir (Gürsoy, 2005).



Şekil 4.1. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumadde miktarlarındaki değişim(%).

4.4. Mihaliç Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ İçerikleri

Yağ miktarının peynirin kalitesi, tadı ve besin değeri üzerinde önemli etkileri vardır. Araştırmamızda üretilen Mihaliç peynirlerimizin % yağ ve % kurumaddede yağ içeriği Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi Mihaliç peynirlerinin yağ oranları %21,50-23,25 arasında değişiklik göstermiştir. Olgunlaşma süresinin Mihaliç peynirlerinin yağ oranlarına etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Yaygın vd. (1984) de Mihaliç peynirlerinin yağ oranlarının olgunlaşma döneminde %23,25-23,75 arasında değiştiğini, bu oranların da hemen hemen değişmeden veya sabit kaldığını belirtmişlerdir. Özcan (2000) de Mihaliç peynirlerinin ortalama yağ değerlerinin %22,57-24,57 arasında, Öner ve Şanlıdere (2003) ise Mihaliç peynirlerinin yağ değerlerinin %21,50-24,00 arasında değiştiğini belirtmiş olup, bu değerler çalışmamızda bulduğumuz değerler ile yakınlık göstermektedir.

Aday (2010) piyasadan elde ettiği 15 Mihaliç peynirinin özelliklerini incelediği çalışmada örneklerin yağ değerlerinin %25,25-33,00 arasında değiştiğini belirtmiştir. Anar et al. (1991) ise Bursa yöresinde üretilen Mihaliç peynirinin kimyasal özelliklerini incelediği çalışmada yağ oranını ortalama

%25 olarak tespit etmiştir. Peynirlerimizin yağ oranları bu değerlerin altındadır. Olgunlaşmanın 1. ve 30. günlerinde yağ içeriği bakımından örnekler arası fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yağ oranları bakımından örnekler arasında farkın önemli bulunduğu 1. ve 30. güne bakarsak, olgunlaşmanın başında aynı kültürlerin kullanıldığı ancak farklı haşlama sıcaklıklarının uygulandığı StHP45-StHP40 kodlu örneklerimiz Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklı gruplarda yer almıştır. Olgunlaşmanın 30. gününde ise HP45-HP40, StHP45-StHP40 ve LeuSt45-LeuSt40 kodlu örneklerimiz aynı grupta yer almıştır. Sheean et al. (2007) ve Yun et al. (1993) de çalışmalarında farklı haşlama sıcaklıklarının peynirlerin yağ içeriklerini önemli oranda etkilemediğini belirtmişlerdir.

Peynirlerimizde olgunlaşma boyunca kurumaddede artma ve azalmalar meydana gelmiş, peynirin kurumadde oranındaki değişimler diğer bileşenlerin oranlarını da etkilemiştir. Bundan dolayı peynir kalitesi ve lezzetini etkileyen yağ ve tuz gibi bileşenlerin kurumadde içerisindeki oranlarının değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşımdır (Kesenkaş, 2005). Peynirlerimizin kurumaddede yağ oranları kurumaddede meydana gelen değişikliklere bağlı olarak değişim göstermiştir. Çizelge 4.4.'e bakıldığında olgunlaşma süresince kurumaddede yağ oranlarının %37,30-41,66 arasında değiştiği görülmektedir. Olgunlaşmanın birinci gününde en yüksek kurumaddede yağ oranı %41,23 ile HP40 örneğinde saptanırken, %38,04 ile kontrol örneğinin en düşük yağ oranına sahip olduğu görülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde ise %41,66 ile LeuSt40 örneği en yüksek kurumaddede yağ oranına sahipken, StHP45 örneği %38,33 ile en düşük yağ oranına sahip olduğu görülmüştür. Ancak olgunlaşma süresince meydana gelen bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Örnekler arasındaki fark ise olgunlaşmanın 15. ve 90. günleri hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma döneminin ilk ve son günlerine baktığımızda HP45, StHP40 ve LeuSt40 örneklerinde kurumaddede yağ oranlarında artış olduğu görülmektedir. Bu peynirlerin kurumadde oranlarında meydana gelen azalış, oransal olarak kurumaddede yağ oranlarını da etkilemiştir. LeuSt45 ve HP40 örneklerinde ise yağ miktarlarındaki düşüşe bağlı olarak kurumaddede yağ oranlarında düşüş gözlenmiştir. Özcan (2000) starter, proteaz ve lipaz kullanımının Mihaliç peynirinin olgunlaşma süresine etkisini incelediği çalışmada kurumaddede yağ oranlarının %27,47-51,84 arasında değiştiğini bildirmiştir. Aday (2010) piyasadan elde ettiği 15 Mihaliç peynirinin kurumaddede yağ oranlarının %39,69-56,55 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulut (2006) ise pastörize süten ürettiği Mihaliç peynirlerinde kurumaddede yağ oranı ortalama

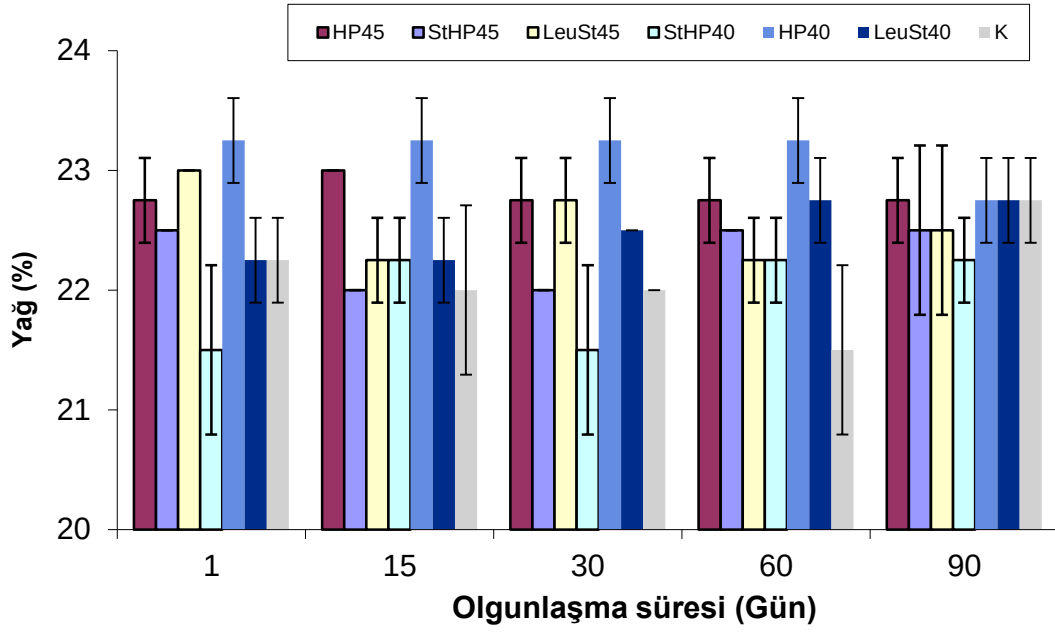
%55,34, çiğ süttten ürettiği Mihaliç peynirlerinde ise ortalama kurumaddede yağ oranının %49,94 olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.4. Mihaliç Peyniri örneklerinin yağ ve kurumaddede yağ içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler

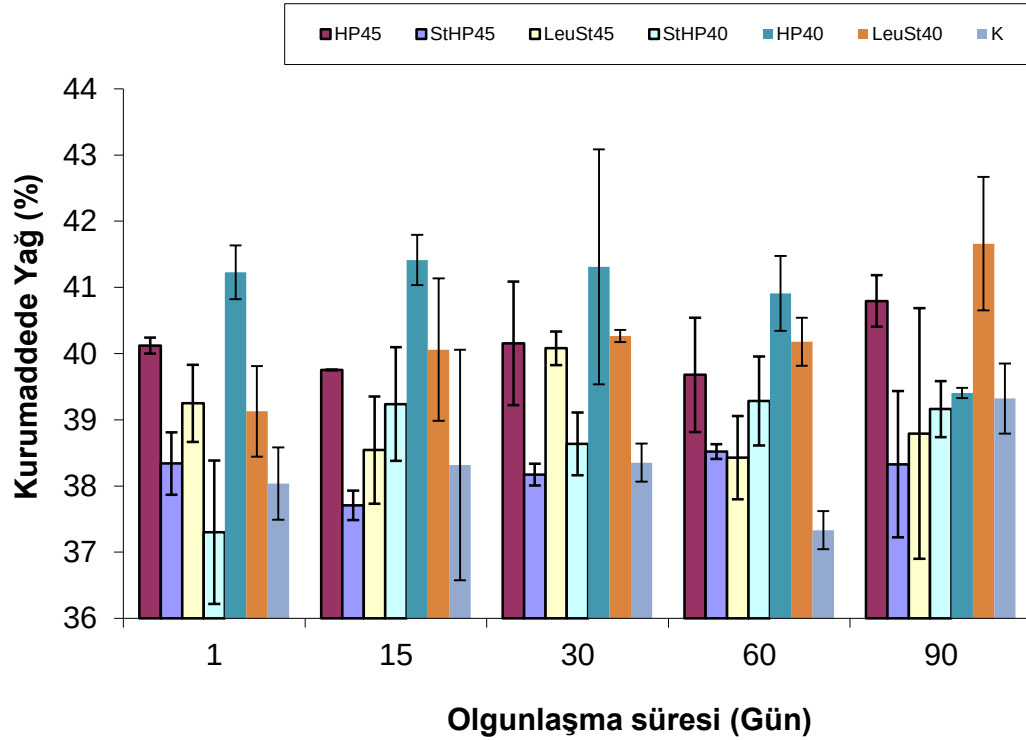
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
Yağ (%)	1	22,75±0,35 ^{BC}	22,50±0,00 ^{BC}	23,00±0,00 ^{BC}	21,50±0,71 ^A	23,25±0,35 ^C	22,25±0,35 ^{AB}
	15	23,00±0,00	23,00±0,00	22,25±0,35	22,25±0,35	23,25±0,35	22,25±0,35
	30	22,75±0,35 ^{BC}	22,00±0,00 ^{AB}	22,75±0,35 ^{BC}	21,50±0,71 ^A	23,25±0,35 ^C	22,50±0,00 ^{BC}
	60	22,75±0,35	22,50±0,00	22,25±0,35	22,25±0,35	23,25±0,35	22,75±0,35
	90	22,75±0,35	22,50±0,71	22,50±0,71	22,25±0,35	22,75±0,35	22,75±0,35
Kurumaddede Yağ (%)	1	40,12±0,12 ^C	38,34±0,47 ^{AB}	39,25±0,58 ^{BC}	37,30±1,09 ^A	41,23±0,41 ^D	39,13±0,68 ^{BC}
	15	39,75±0,00	37,71±0,22	38,54±0,81	39,24±0,86	41,41±0,38	40,06±1,07
	30	40,16±0,93 ^{ABC}	38,17±0,16 ^A	40,08±0,25 ^{ABC}	38,64±0,48 ^{AB}	41,31±1,77 ^C	40,26±0,09 ^{BC}
	60	39,68±0,86 ^{BCD}	38,52±0,11 ^{AB}	38,43±0,63 ^{AB}	39,28±0,67 ^{BC}	40,91±0,57 ^D	40,18±0,36 ^{CD}
	90	40,80±0,39	38,33±1,10	38,79±1,89	39,16±0,42	39,40±0,08	41,66±1,01

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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



Şekil 4.2. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince yağ miktarlarındaki değişim.



Şekil 4.3. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumadde yağ miktarlarındaki değişim.

4.5. Mihaliç Peynirlerinin Tuz ve Kurumaddede Tuz İçerikleri

Peynirlerin üretimi sırasında tuz kullanılmasının nedeni; tat ve aromasını geliştirmek, kitledeki suyun ayrılmasını kolaylaştırmak, peynirin sertleşmesini ve su oranının ayarlanmasını sağlamak, mikroorganizma faaliyetini düzenleyerek olgunlaşma süresini düzene koymak ve randımanı arttırmaktır (Akbulut vd., 1996).

Araştırmamızda üretilen Mihaliç peynirlerine ait tuz ve kurumaddede tuz oranları Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Olgunlaşma başlangıcında en düşük tuz oranı %5,09 ile LeuSt45 örneğinde görülürken, en yüksek tuz oranı %6,73 ile HP40 örneğinde saptanmıştır. Olgunlaşma sonunda ise en düşük tuz oranları %5,33 ile LeuSt45 ve %5,44 ile kontrol örneğinde saptanmıştır. En yüksek değer ise %6,38 ile HP40 örneğinde belirlenmiştir. Olgunlaşmanın peynirlerimizin tuz içeriklerine etkisi LeuSt45 ve HP40 örnekleri hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arası farklılıklar ise olgunlaşmanın her döneminde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Haşlama sıcaklıklarının örneklerin % tuz içeriklerine etkisi tüm olgunlaşma boyunca görülmektedir. Genellikle olgunlaşmanın her döneminde 45°C'de haşlanan örneklerin % tuz miktarları 40°C'de haşlanan peynirlerimizden düşük bulunmuştur. Buna göre Mihaliç peynirinin oldukça tuzlu bir peynir olduğu düşünülürse, tuz oranı bakımından hangi kültür kombinasyonu tercih edilirse edilsin haşlama sıcaklığının 45°C olarak uygulanması önerilebilir. Ancak olgunlaşmanın 15., 60. ve 90. günlerinde HP45 ve HP40 kodlu örneklerin tuz miktarları birbirine oldukça yakın bulunmuş ve aynı grupta yer almıştır. Benzer şekilde olgunlaşmanın 15. gününde LeuSt45-LeuSt40 kodlu örneklerin de aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Yun et al. (1993) ise üç farklı haşlama sıcaklığı kullanarak ürettiği Mozzarella peynirinde haşlama sıcaklığının örneklerin tuz miktarları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir.

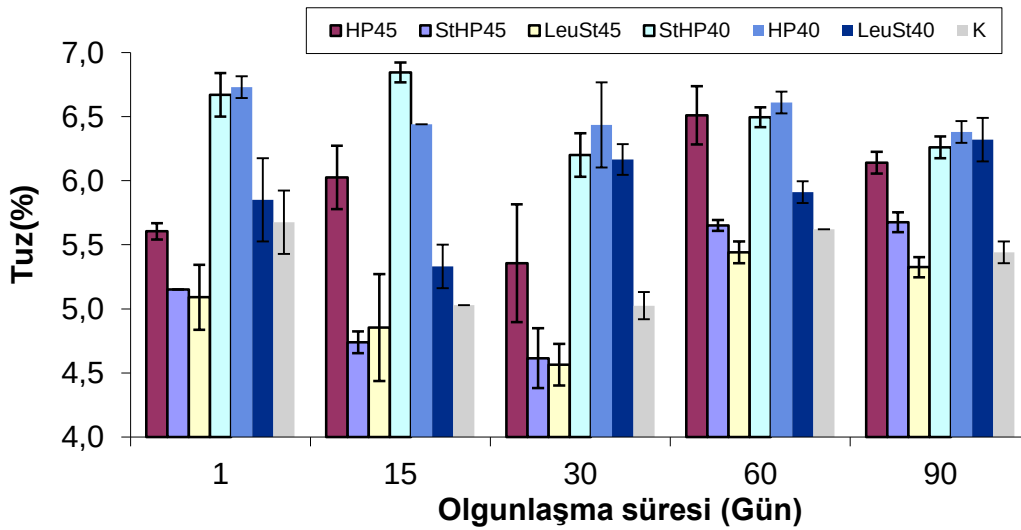
Çizelge 4.5. Mihaliç Peyniri örneklerinin tuz ve kurumaddede tuz içeriklerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
Tuz (%)							
1	5,61±0,06 ^{abAB}	5,15±0,00 ^{bAB}	5,09±0,25 ^A	6,67±0,17 ^{bcD}	6,73±0,08 ^D	5,85±0,33 ^{bc}	5,68±0,25 ^{cB}
15	6,03±0,25 ^{abC}	4,74±0,08 ^{aA}	4,86±0,42 ^{AB}	6,85±0,08 ^{cD}	6,44±0,00 ^{CD}	5,33±0,17 ^{aB}	5,03±0,00 ^{aAB}
30	5,36±0,46 ^{aB}	4,62±0,23 ^{aA}	4,57±0,16 ^A	6,20±0,17 ^{aC}	6,44±0,33 ^C	6,17±0,12 ^{bc}	5,03±0,11 ^{Aab}
60	6,51±0,23 ^{cC}	5,65±0,04 ^{cA}	5,44±0,08 ^A	6,50±0,08 ^{abc}	6,61±0,08 ^C	5,91±0,08 ^{bB}	5,62±0,00 ^{bA}
90	6,14±0,08 ^{bcC}	5,68±0,08 ^{cB}	5,33±0,08 ^A	6,26±0,08 ^{aC}	6,38±0,08 ^C	6,32±0,17 ^{bc}	5,44±0,08 ^{bA}
Kurumaddede Tuz (%)							
1	9,89±0,30 ^{abB}	8,77±0,11 ^{bA}	8,68±0,29 ^A	11,57±0,33 ^{bc}	11,93±0,45 ^C	10,29±0,56 ^{abB}	9,70±0,41 ^{bB}
15	10,41±0,43 ^{abC}	8,12±0,09 ^{aA}	8,42±0,76 ^A	12,07±0,07 ^{cD}	11,46±0,07 ^D	9,60±0,40 ^{abC}	8,76±0,11 ^{aAB}
30	9,45±0,08 ^{aB}	8,01±0,37 ^{aA}	8,04±0,22 ^A	11,15±0,06 ^{abc}	11,44±0,91 ^C	11,03±0,19 ^{bcC}	8,76±0,25 ^{aAB}
60	11,35±0,32 ^{bc}	9,67±0,10 ^{cA}	9,40±0,13 ^A	11,47±0,13 ^{abc}	11,64±0,16 ^C	10,44±0,08 ^{abB}	9,62±0,06 ^{bA}
90	11,01±0,08 ^{bc}	9,67±0,17 ^{cB}	9,18±0,30 ^A	11,02±0,20 ^{aC}	11,05±0,01 ^C	11,57±0,21 ^{cD}	9,41±0,16 ^{bAB}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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

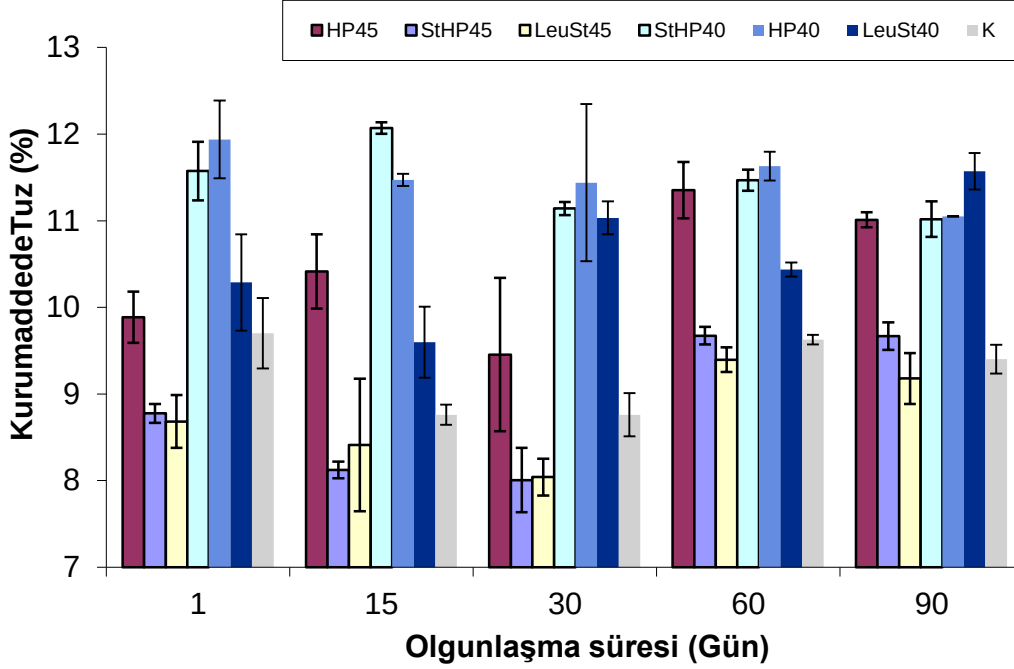


Şekil 4.4. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tuz miktarlarındaki değişim.

Uraz ve Karacabey (1974), olgunlaşmasını tamamlamış Mihaliç peynirine ait ortalama tuz oranının %8,89, Yaygın vd. (1984) %9,34, Anar (1991) %9,10, Şen (1991) %9,37, Öner ve Aloğlu (2004) ise %9,4 olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Mihaliç peyniri örneklerinde tuz oranlarını Tekinşen (1997) %8, Özdemir et al. (2004) %12,9, Dönmez et al. (2005) %4,13 olarak belirtmişlerdir. Bulut (2006) ise pastörize sütün ürettiği Mihaliç peynirlerinde ortalama tuz oranını %7,39 olarak bildirmiştir. Mihaliç peynirlerimize ait bulduğumuz tuz oranları araştırmacıların bulduğu değerlerden genel olarak düşük olarak saptanmıştır. Çeşitli araştırmalarda peynirlerin tuz miktarı arasında fark olabilmektedir. Bunun nedenleri arasında Mihaliç peyniri üretiminde kullanılan sütün inek, koyun ya da bunların karışımından oluşması, kullanılan yöntemlerin farklılığı, hammadde sütün çiğ ya da pastörize edilmiş olması, starter kültür uygulaması, salamura konsantrasyonunun farklılığı, salamurada bekletme süresi, tuzlama biçimi ve olgunlaşma koşulları gibi birçok faktör düşünülebilir. Ayrıca kalıp büyüklüğü, peynirin asitliği, peynir suyunun ayrılma derecesi, pıhtının niteliği ve peynirlerin kompozisyonu gibi bir dizi faktör de peynirlerin tuz miktarında etkili olabilmektedir (Uraz ve Gencer, 2000; Güven vd. 2003; Kesenkaş, 2005). Bu etkenlerin yanı sıra peynirlerimizin tuz oranının Mihaliç peyniri ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalardan genel olarak daha düşük olmasının nedeni olgunlaştırmanın salamurada değil, vakum paketlenme yapılarak gerçekleştirilmesi olarak düşünülebilir. Hayaloğlu et al. (2012) de vakum paketlenme yapılarak olgunlaştırılan ve salamurada olgunlaştırılan Mihaliç peynirleri arasındaki farkı kimyasal, biyokimyasal ve mikroyapısal olarak incelediği çalışmada vakum paketlenme yapılan Mihaliç peynirinin tuz oranının salamurada olgunlaştırılan Mihaliç peynirinden daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Deneme Mihaliç peynirlerine ait kurumaddede tuz oranlarında meydana gelen değişimler tuz oranlarındaki değişim ile paralellik göstermektedir. Olgunlaşmanın peynirlerimizin kurumaddede tuz içeriklerine etkisi tuz oranında olduğu gibi LeuSt45 ve HP40 örnekleri hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arası farklılıklar ise olgunlaşmanın her döneminde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kurumaddede tuz oranında meydana gelen değişim peynir kitlesindeki tuz oranında meydana gelen değişimle açıklanabilir. Ancak tuzun su fazında çözünen bir bileşen olduğunu ve peynirin su miktarındaki değişikliklerden yani kurumadde içeriklerindeki değişikliklerden de etkilendiğini unutmamak gerekmektedir (Kesenkaş, 2005). Çalışmamızda olgunlaşmanın başlangıç ve sonuna baktığımızda HP45, LeuSt45 ve LeuSt40 örneklerinin kurumadde

oranlarında meydana gelen düşüşe karşılık, kurumaddede tuz miktarlarında meydana gelen artış bu durumu doğrulamaktadır.



Şekil 4.5. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince kurumadde tuz miktarlarındaki değişim.

4.6. Mihaliç Peynirlerinin pH ve Titrasyon Asitliği Değerleri

Süt ve süt ürünlerinde aktüel asitlik olarak bilinen pH değerini serbest ve aktif hidrojen iyonu ile dengede bulunan diğer bileşikler meydana getirir. Bu tip bileşikler; serbest bazik bileşikler, serbest nötral tampon bileşikler, proteine bağlı asidik ve bazik gruplar ile serbest organik asitler oluşturabilmektedir (Öztek, 1985). Ayrıca peynirde proteoliz esnasında aminoasit katabolizması sonucu oluşan NH_3 (amonyak) da peynir pH'sını önemli ölçüde değiştirebilir (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Peynir teknolojisinde, üretim ve olgunlaşma basamaklarının izlenmesi pratik olarak pH değeri tespit edilerek yapılmaktadır. Ayrıca peynirde özellikle starter kültür bakterilerinin etkisiyle daha süütün pıhtılaşması aşamasında başlayarak, üretimin diğer basamaklarında oluşan laktik asit, peynirin olgunlaşması bakımından son derece önemlidir (Kesenkaş, 2005). Dolayısıyla diğer peynirlerde olduğu gibi Mihaliç peynirinde de fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin açıklanmasında pH değeri ve titrasyon asitliği önemli

birer kriter olarak kullanılmaktadır. Mihaliç peynirlerine ait pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.6, Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde pH değerlerinin 4,48-5,25 arasında değiştiği ve olgunlaşmanın başında ve sonunda pH değerlerinin StHP45 ve StHP40 no’lu peynirlerde en düşük değerde olduğu görülmüştür. Öner ve Şanlıdere (2003) keçi sütünden ürettikleri ve 90 gün boyunca olgunlaştırdıkları Mihaliç peynirlerinin pH değerlerinin 5,15-5,76 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Şen vd. (2003) çığ sütten ürettikleri ve 30 gün olgunlaştırdıkları Mihaliç peynirlerinin pH değerlerinin 4,35-6,55 arasında değiştiğini, Öner ve Aloğlu (2004) ise olgunlaşma sonunda Mihaliç peynirlerinin pH değerlerinin 5,4-6,11 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Olgunlaşma süresi örneklerin pH değerlerini kontrol örneği hariç önemli oranda etkilemiştir ($p<0,05$). Olgunlaşmanın 1. gününde örnekler arasında pH değerleri bakımından önemli bir fark bulunmadığı, olgunlaşmanın ilerleyen zamanlarında ise bu farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Mihaliç peynirlerinin pH değerlerindeki değişim % laktik asit değerleri ile paralellik göstermiştir.

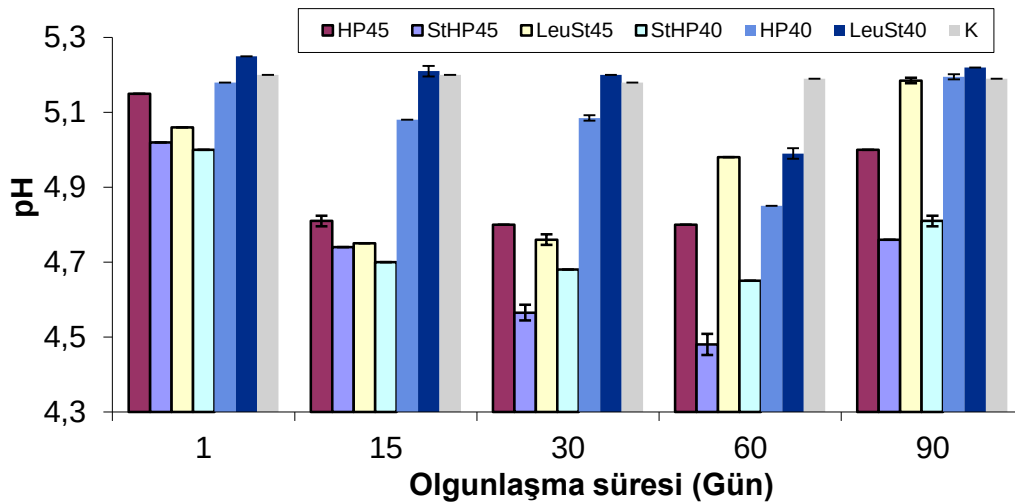
Farklı haşlama sıcaklıkları uygulanan peynir örnekleri pH değerleri bakımından olgunlaşmanın ilk günü hariç farklı gruplarda yer almışlardır. Ancak yalnızca olgunlaşmanın 60. gününde LeuSt45 ve LeuSt40 örnekleri aynı grupta yer almışlardır. Çizelge 4.6. incelendiğinde 45°C’de haşlanan peynirlerin özellikle olgunlaşmanın 30. gününden itibaren pH’larının daha düşük olması dikkat çekmektedir. Titrasyon asitliği bakımından ise HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde, StHP45-StHP40 örnekleri yalnızca olgunlaşmanın ilk günü, LeuSt45-LeuSt40 örnekleri ise olgunlaşmanın 60. gününde aynı grupta yer almışlardır. Çalışmada genel olarak 45°C’de haşlanan peynirlerin titrasyon asitliği değerleri 40°C’de haşlanan peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum olgunlaşmanın bu peynirlerde daha ileri seviyede olmasına bağlanabilir. Peynirde olgunlaşma bakımından büyük önem taşıyan asitlik gelişimi olgunlaşma süresince devam etmiştir. Sheehan et al. (2007) çalışmasında toplam laktik asit içeriğinin yüksek olmasının peynirde tamponlama kapasitesi ve peynir pH’sını etkileyebileceğini belirtmiştir.

Çizelge 4.6. Mihaliç Peyniri örneklerinin pH değerlerinde ve titrasyon asitliği değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

	Peynir Örnekleri							
Günler	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K	
pH	1	5,15±0,00 ^c	5,02±0,00 ^d	5,06±0,00 ^c	5,00±0,00 ^e	5,18±0,00 ^c	5,25±0,00 ^c	5,20±0,00
	15	4,81±0,01 ^{aC}	4,74±0,00 ^{cB}	4,75±0,00 ^{aB}	4,70±0,00 ^{cA}	5,08±0,00 ^{bD}	5,21±0,01 ^{bE}	5,20±0,00 ^E
	30	4,80±0,00 ^{aD}	4,57±0,02 ^{bA}	4,76±0,01 ^{aC}	4,68±0,00 ^{bB}	5,09±0,01 ^{bE}	5,20±0,00 ^{bF}	5,18±0,00 ^F
	60	4,80±0,00 ^{aC}	4,48±0,03 ^{aA}	4,98±0,00 ^{bE}	4,65±0,00 ^{aB}	4,85±0,00 ^{aD}	4,99±0,01 ^{aE}	5,19±0,00 ^F
	90	5,00±0,00 ^{bC}	4,76±0,00 ^{cA}	5,19±0,01 ^{dD}	4,81±0,01 ^{dB}	5,20±0,01 ^{dD}	5,22±0,00 ^{bE}	5,19±0,00 ^D
Laktik Asit(%)	1	1,17±0,02 ^{aD}	1,33±0,02 ^{aE}	1,06±0,00 ^{aC}	1,33±0,01 ^{aE}	1,08±0,01 ^{aC}	0,82±0,00 ^{aA}	0,96±0,01 ^{aB}
	15	1,38±0,01 ^{cD}	1,81±0,03 ^{cF}	1,44±0,06 ^{cD}	1,63±0,00 ^{0cE}	1,25±0,01 ^{aC}	1,00±0,04 ^{bA}	1,10±0,01 ^{bB}
	30	1,39±0,01 ^{cC}	1,92±0,01 ^{dE}	1,42±0,09 ^{cC}	1,69±0,00 ^{dD}	1,22±0,01 ^{cB}	1,02±0,01 ^{bA}	1,16±0,00 ^{bB}
	60	1,40±0,00 ^{cC}	1,99±0,06 ^{dE}	1,24±0,01 ^{bB}	1,82±0,01 ^{eD}	1,38±0,00 ^{cC}	1,23±0,04 ^{cB}	1,08±0,01 ^{abA}
	90	1,20±0,00 ^{bB}	1,61±0,04 ^{bD}	1,11±0,01 ^{aB}	1,37±0,02 ^{bC}	1,10±0,00 ^{bB}	0,87±0,02 ^{aA}	1,21±0,10 ^{cB}

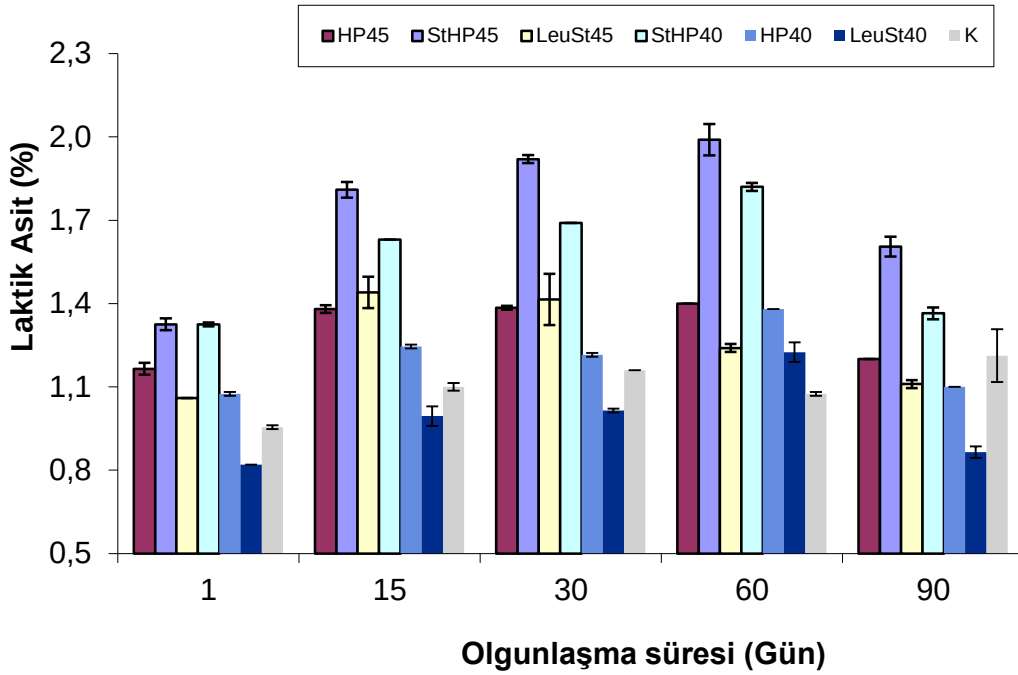
HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D, E, F:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 4.6. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince pH değerlerindeki değişim.

Peynirlerdeki asitliğin büyük bir kısmı azotlu maddelerden, az bir kısmı da olgunlaşma sırasında laktik asit ve proteolitik bakterilerin faaliyetleri sonucu laktoz ve azotlu maddelerin parçalanması ile meydana gelen organik asitlerden ileri gelmektedir. Üretilen peynirlerin % laktik asit değerleri incelendiğinde olgunlaşma süresince genel olarak tüm peynirlerin asitliklerinin 60. güne kadar arttığı, daha sonra ise bir miktar azaldığı tespit edilmiştir. Başlangıçtaki asitlik artışı laktik asit ve hidrojen oluşumuna (Dervişoğlu ve Yazıcı, 2001), olgunlaşma sonuna doğru asitlikte meydana gelen azalma ise alkali bileşiklerin oluşumuna bağlanabilir (Guinee and Fox, 1993). Olgunlaşma süresinin peynirlerimizin titrasyon asitliği değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca olgunlaşmanın her döneminde örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ortaya çıkan bu farklılıkta, starter kültürlerin aktivitesi ile asitlik gelişiminin değişik zaman ve düzeyde olmasının etkili olduğu düşünülebilir (Coşkun, 1995). Özcan (2000) de Mihaliç peynirleri arasında asitlik bakımından olgunlaşma süresince önemli fark olduğunu belirtmiştir. Peynirlerimizde olgunlaşma başında en yüksek asitlik değeri StHP45 ve StHP40 peynirlerinde tespit edilmiş ve en düşük asitlik değeri ise LeuSt40'da belirlenmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde de bu durum değişmemiş, yine en yüksek titrasyon asitliği StHP45 ve StHP40 örneklerinde belirlenirken, en düşük titrasyon asitliği değeri ise LeuSt40'da belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri de bu bulgu ile paralellik göstermektedir. *Lactococcus* ve *Lactobacillus* türleriyle karşılaştırıldıklarında *Leuconostoc*'ların asitliği yükseltme etkinliklerinin daha düşük olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Ayad et al., 2004; Garabal et al., 2008). Bu nedenle Server-Busson et al. (1999) *Leuconostoc* türlerinin peynirde çeşitli laktokoklarla birlikte kullanılmasının uygun olacağını belirtmiştir.



Şekil 4.7. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.

4.7. Mihaliç Peynirlerinin Toplam Azot ve Protein İçerikleri

Peynir kurumaddesini oluşturan bileşenler arasında protein yağdan sonra en büyük kısmı kapsamaktadır. Peynirin en önemli ve değerli maddesini oluşturan toplam azot - protein değerleri ve olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.7. ve Şekil 4.8. ve 4.9.'da verilmiştir. Olgunlaşma başlangıcında toplam azot içeriği %4,16-4,41 arasında değişirken, olgunlaşma sonunda %4,18-4,22 arasında bulunmuştur. Öner ve Şanlıdere (2003) keçi sütünden ürettikleri ve üç ay depoladıkları Mihaliç peynirinde toplam azot oranının %3,06-4,31 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresi StHP45, LeuSt40 ve K örneklerinin toplam azot içeriklerini etkilemiştir ($p < 0,05$). Örnekler arası farklılık ise 1., 15. ve 30. günlerde önemli bulunmuş, olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde LeuSt40 örneği hariç örneklerin toplam azot oranları biraz azalmış ve birbirine daha yakın değerler almıştır ($p > 0,05$).

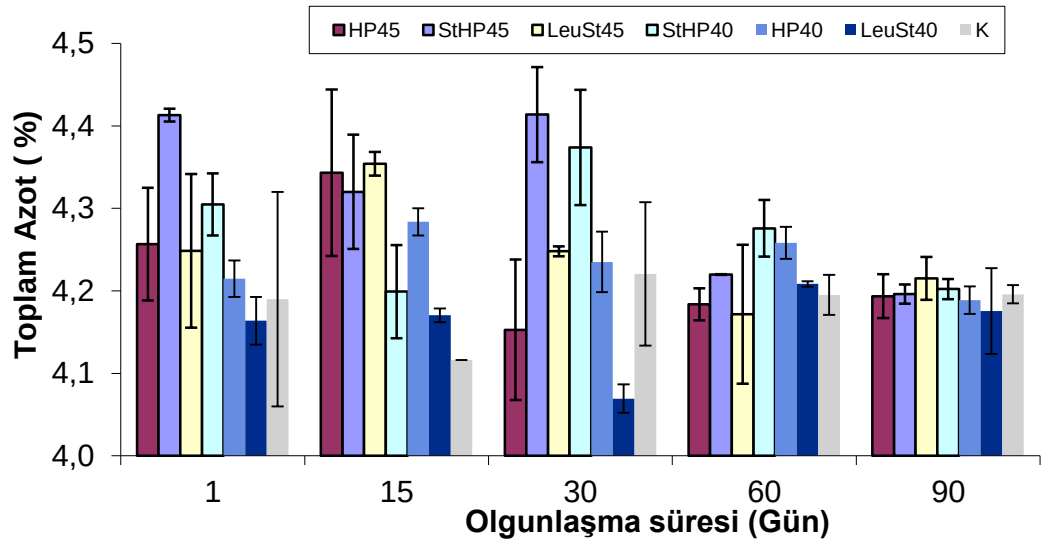
Çizelge 4.7. Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen toplam azot ve protein miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

	Peynir Örnekleri							
Günler	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K	
Toplam Azot (%)	1	4,26±0,07 ^{AB}	4,41±0,01 ^{cCD}	4,25±0,09 ^{AB}	4,30±0,04 ^{BC}	4,21±0,02 ^{AB}	4,16±0,03 ^{ba}	4,19±0,13 ^{aAB}
	15	4,34±0,10 ^D	4,32±0,07 ^{bcCD}	4,35±0,01 ^D	4,20±0,06 ^{ABC}	4,28±0,02 ^{BCD}	4,17±0,01 ^{baB}	4,12±0,00 ^{aA}
	30	4,15±0,09 ^{AB}	4,41±0,06 ^{cD}	4,25±0,01 ^{BC}	4,37±0,07 ^{CD}	4,24±0,04 ^{BC}	4,07±0,02 ^{aA}	4,22±0,09 ^{bb}
	60	4,18±0,02	4,22±0,00 ^{ab}	4,17±0,08	4,28±0,03	4,26±0,02	4,21±0,00 ^b	4,20±0,02 ^a
	90	4,19±0,03	4,20±0,01 ^a	4,22±0,03	4,20±0,01	4,19±0,02	4,18±0,05 ^b	4,20±0,01 ^a
Protein (%)	1	27,16±0,43 ^{AB}	28,16±0,05 ^{cC}	27,11±0,59 ^{AB}	27,47±0,24 ^{AB}	26,89±0,14 ^{AB}	26,57±0,18 ^{ba}	26,73±0,04 ^{aAB}
	15	27,71±0,64 ^D	27,56±0,44 ^{bcCD}	27,78±0,09 ^D	26,79±0,36 ^{ABC}	27,33±0,11 ^{BCD}	26,61±0,05 ^{baB}	26,26±0,00 ^{aA}
	30	26,50±0,54 ^{AB}	28,16±0,37 ^{cD}	27,10±0,04 ^{BC}	27,91±0,45 ^{CD}	27,02±0,23 ^{BC}	25,96±0,11 ^{aA}	26,93±0,56 ^{bb}
	60	26,69±0,12	26,92±0,00 ^{ab}	26,62±0,54	27,28±0,22	27,17±0,12	26,85±0,02 ^b	26,77±0,16 ^a
	90	26,76±0,17	26,77±0,07 ^a	26,89±0,17	26,81±0,08	26,73±0,11	26,64±0,33 ^b	26,77±0,07 ^a

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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

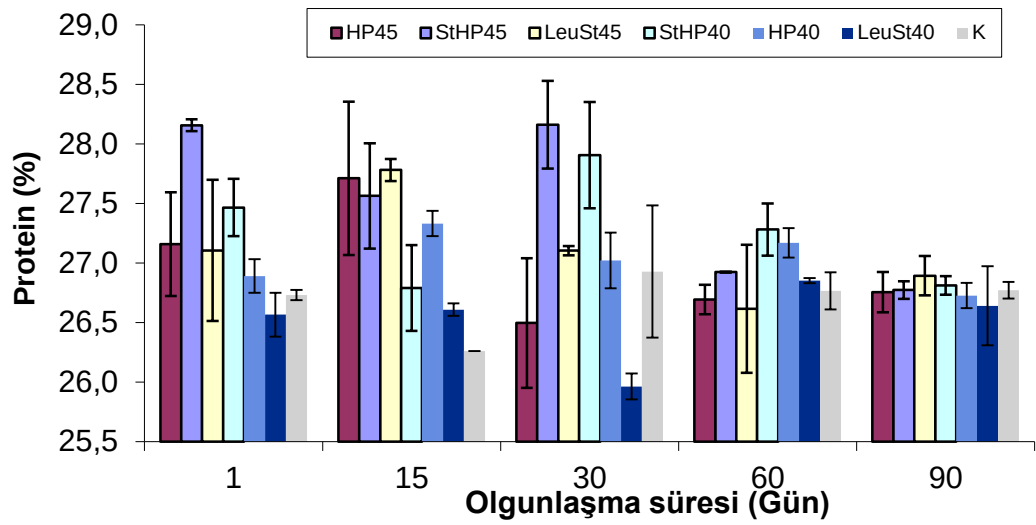


Şekil 4.8. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince toplam azot miktarlarındaki değişim.

Mihaliç peynirlerinde olgunlaşma başlangıcındaki % protein içerikleri 26,57-28,16 arasında değişirken, olgunlaşma sonunda 26,64-26,89 arasında değişmiştir. Olgunlaşma süresinin % protein içeriğine etkisi StHP45, LeuSt40 ve K örneklerinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arası farklılık ise toplam azot oranında olduğu gibi 1., 15. ve 30. günlerde önemli bulunmuş, olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde LeuSt40 örneği hariç örneklerin toplam azot oranları biraz azalmış ve birbirine daha yakın değerler almıştır ($p>0,05$). Bulut (2006) da çiğ ve pastörize süttten ürettiği Mihaliç peynirlerinde olgunlaşma süresince protein oranlarının azaldığını belirtmiştir. Peynirlerde protein oranının genel olarak azalmasında aşırı proteolizin etkili olduğu düşünülmektedir. Özcan (2000) de özellikle starter kültür ve proteazın birlikte katıldığı ve proteazın tek başına kullanıldığı peynirlerde protein oranlarında azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Akbulut vd. (1995), olgunlaşma sırasında protein miktarındaki azalmanın proteinlerin kısmen parçalanarak suda eriyebilir azotlu bileşiklere dönüşmesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Olgunlaşma sonunda olgunlaşmanın başlangıcına göre LeuSt40 ve K örneklerinde meydana gelen artış ise proteolitik parçalanmanın diğer örneklerle göre daha az olmasından ve protein miktarının kurumadde oranına bağlı nisbi artışından kaynaklandığı düşünülebilir. Öner ve Aloğlu (2004) de olgunlaşmanın 1. ve 90. gününde kimyasal özelliklerini inceledikleri Mihaliç peynirinde protein oranının ilk gün %22,7, 9. gün ise %23 olduğunu belirtmişlerdir. Özcan (2000) çalışmasında ortalama protein oranlarının %19,89-23,14 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulut (2006) ise pastörize süttten starter kullanarak ürettiği Mihaliç peynirinde protein oranının %20,81, Tekinşen (1997) ise Mihaliç peynir örneğinde protein oranının %30,6 olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz değerler Özcan'ın (2000) ve Bulut'un (2006) belirttiği değerlerden yüksek olup, Tekinşen'in (1997) sonuçlarından daha düşüktür. Çalışmalar arasındaki bu farklılıkların üretimde kullanılan süt, üretim yöntemi ya da kullanılan starter kültürlerden kaynaklandığı düşünülebilir. Aday (2010) da piyasadan 15 farklı Mihaliç peyniri ile yaptığı çalışmada protein oranlarının %18,64-24,63 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çalışmamızda haşlama sıcaklıklarının toplam azot ve % protein oranlarına olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Olgunlaşmanın 1. gününde Duncan gruplandırma testine göre sadece StHP45 ve StHP40 örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. 15. ve 30. günlerde ise LeuSt45 ve LeuSt40 örnekleri farklı gruplarda yer alırken ($p<0,05$), olgunlaşmanın 30. gününde HP45-HP40 örnekleri hariç 45°C'de haşlanan peynirlerin protein

oranlarının diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Olgunlaşma sonunda aynı kültür kullanılan fakat farklı haşlama sıcaklıkları uygulanan örneklerin toplam azot ve % protein miktarlarının aynı grupta yer alması primer proteolizin aynı kültür kullanılan örneklerde olgunlaşma sonunda aynı değerde olmasına bağlanabilir. Yun et al. (1993) üç farklı haşlama sıcaklığı kullandığı çalışmada peynirlerin protein miktarlarının haşlama sıcaklıklarından etkilenmediğini belirtmiştir. Fox et al. (2000) ve Sheehan et al. (2007) ise çalışmalarında yüksek sıcaklıkta haşlanan peynirlerde protein oranının daha yüksek ve primer proteolizin daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.9. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince protein miktarlarındaki değişim.

4.8. Mihaliç Peynirlerinin Suda Çözünen Azot ve Olgunlaşma İndeksi Değerleri

Süt ürünlerinin çoğu uygun koşullarda üretildiği ve depolandığı takdirde biyolojik ve kimyasal olarak oldukça stabildir. Oysa peynir, biyokimyasal olarak dinamik bir ürün profili sergilemektedir. Peynirlerde olgunlaşma yani telemenin peynir haline gelmesi 2 hafta ile 2 yıl arasında değişen, mikrofloranın gelişimi, laktoz metabolizması, sitrat metabolizması, proteoliz, lipoliz, yağ asitlerinin parçalanması ve aminoasitlerin parçalanması gibi bir çok biyokimyasal olayı bünyesinde barındıran kompleks bir olaydır (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Peynir olgunlaşması sırasında meydana gelen 3 temel biyokimyasal olayın (glükoliz, proteoliz, lipoliz) en önemlisi olan proteoliz; peynir pıhtısında tekstürel değişimlere yol açmakta (protein ağının yıkımlanması, karboksil ve amino

gruplarının serbest hale geçmesi ile su aktivitesinin azalması ve pH'nın yükselmesi gibi yollarla), peptit ve serbest aminoasitlerin oluşumu ile peynirin lezzetine direkt katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte serbest aminoasit katabolizmasının substratları olan aminoasitlerin üretimini sağlayarak ve peynir matriksinde değişimlere yol açarak da peynir olgunlaşmasında son derece önemli rol oynamaktadır (Gürsoy, 2005).

Ülkemizde ve dünyada peynirlerin çoğunda proteoliz; suda veya pH 4.6'da, triklorasetik ve fosfofungustik asitte çözünen azotun oransal değerinin verilmesiyle belirlenmektedir. Bu değerler peynirin üretim ve olgunlaşma koşullarına göre değişmekte olup, peynir aromasına direkt katkı sağlamasalar da aroma oluşumunun öncül maddelerini oluşturdıkları için büyük önem taşımaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Bu noktadan hareketle, Mihaliç peyniri örneklerinde meydana gelen proteolizin düzeyi ve peynirlerin olgunlaşma oranı hakkında bilgi veren suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri Çizelge 4.8. ve Şekil 4.10.'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde olgunlaşma süresinin suda çözünen azot içeriklerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Peynirlerimizde suda çözünen azot oranları olgunlaşma boyunca genel olarak bir artış göstermiş, 90. günde en yüksek değere ulaşmıştır. Mihaliç peynirinde suda çözünen azot oranlarının olgunlaşma boyunca artış gösterdiği Yaygın vd. (1984), Şen (1991), Hayaloğlu (2003), Öner ve Aloğlu (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da bildirilmiştir.

Taze peynirdeki kazein ağı olgunlaşmanın ilerleyen aşamalarında, kalıntı rennin enzimi, kültür bakterileri ve ikincil mikrofloraya ait proteinaz ve peptidazlar vasıtasıyla suda çözünür formdaki küçük molekül ağırlıklı bileşiklere (peptitler, serbest amino asitler ve azotlu bileşikler) parçalanır. Bu metabolitler peynirlerin karakteristik aroma, yapı ve doku gelişimini etkilemekte ve olgunlaşma derecesi bakımından gösterge niteliği taşımaktadır (Wyder and Puhan, 1999b; McSweeney, 2004; Üçüncü, 2004). Kalıntı rennin enzimi kazeinin başlangıç proteolizi için büyük önem taşımaktadır (Metin, 2001). Pıhtılaştırıcı enzimin primer proteoliz olarak adlandırılan ve jel elektroforetik olarak ya da suda/pH 4,6'da çözünen azot fraksiyonlarının belirlendiği düzeyde proteolize katkısı bulunmaktadır (Hayaloğlu ve Karabulut, 2010). Son yıllarda *Kluyveromyces marxianus var. lactis*, *Aspergillus niger var. awamori*, *A.*

nidulans, *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* gibi mikroorganizmalara gen teknolojisi sayesinde kimozenin geninin klonlanması ile rekombinant kimozenin üretimi gerçekleştirilmektedir (Fox et al., 2000). Firmalar rekombinant kimozenin ürünlerini Maxiren ve Chymax gibi ticari isimlerle peynir endüstrisinin kullanımına sunmuşlardır. Rekombinant kimozenle normal buzağı orjinli kimozenin karşılaştırıldığı birçok çalışma gerek peynirlerin bileşimi, gerek peyniraltı suyuna geçen kurumadde miktarı, gerekse olgunlaşma profilleri ve duysal özellikler bakımından rekombinant kimozenin herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığını ortaya koymaktadır (Yaşar, 2007). Çalışmamızda da Maxiren marka peynir mayası kullanılmış ve mayanın peynirlerin olgunlaşma profillerine olumsuz bir etkisinin olmadığı, özellikle starter kültürlü peynirlerin proteoliz oranlarının ve buna paralel olarak duysal özelliklerinin özellikle de tat-aroma puanlarının yüksek olduğu görülmüştür.

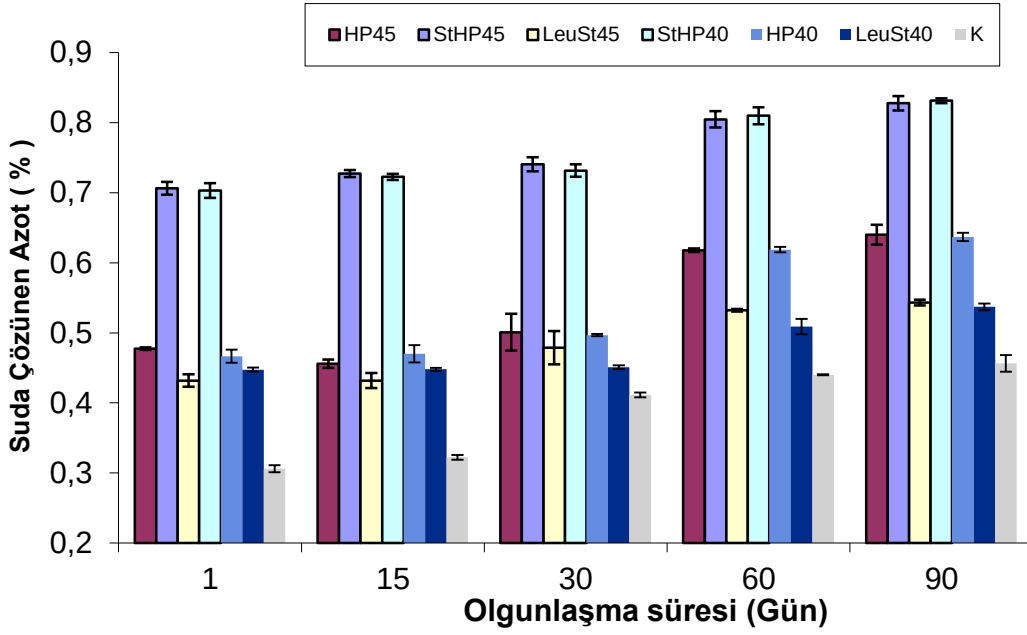
Çizelge 4.8.Mihaliç Peyniri örneklerinin suda çözünen azot miktarlarında ve olgunlaşma indeksi değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

	Peynir Örnekleri							
Günler	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K	
Suda Çözünen Azot(%)	1	0,48±0,00 ^{abE}	0,71±0,01 ^{aF}	0,43±0,01 ^{aB}	0,70±0,01 ^{aF}	0,47±0,02 ^{aD}	0,45±0,00 ^{aC}	0,31±0,00 ^{aA}
	15	0,46±0,01 ^{aC}	0,73±0,00 ^{abD}	0,43±0,02 ^{aB}	0,72±0,00 ^{abD}	0,47±0,01 ^{aC}	0,45±0,00 ^{aBC}	0,32±0,00 ^{bA}
	30	0,50±0,03 ^{bc}	0,74±0,01 ^{bD}	0,48±0,02 ^{bBC}	0,73±0,01 ^{bD}	0,50±0,00 ^{bc}	0,45±0,00 ^{aB}	0,41±0,00 ^{cA}
	60	0,62±0,00 ^{cd}	0,80±0,01 ^{cDE}	0,53±0,00 ^{cC}	0,81±0,01 ^{cE}	0,62±0,00 ^{cd}	0,51±0,01 ^{bB}	0,44±0,00 ^{dA}
	90	0,64±0,01 ^{cC}	0,83±0,01 ^{cd}	0,54±0,00 ^{cB}	0,83±0,00 ^{cd}	0,64±0,01 ^{cC}	0,54±0,00 ^{cB}	0,46±0,01 ^{cA}
Olgunlaşma indeksi (%)	1	11,22±0,23 ^{abc}	16,01±0,18 ^{aD}	10,17±0,43 ^{aB}	16,34±0,39 ^{aD}	11,07±0,16 ^{aC}	10,74±0,00 ^{aBC}	10,74±0,00 ^{aA}
	15	10,50±0,38 ^{aC}	16,84±0,16 ^{bD}	9,92±0,22 ^{aB}	17,21±0,13 ^{aD}	10,98±0,33 ^{aC}	10,74±0,07 ^{aC}	7,83±0,08 ^{bA}
	30	12,06±0,38 ^{bc}	16,78±0,01 ^{bD}	11,27±0,54 ^{bB}	16,73±0,48 ^{abD}	11,73±0,14 ^{bBC}	11,08±0,11 ^{aB}	9,75±0,12 ^{cA}
	60	14,77±0,13 ^{cC}	19,07±0,28 ^{cd}	12,76±0,30 ^{cBC}	18,94±0,13 ^{cd}	14,53±0,16 ^{cC}	12,09±0,27 ^{bB}	10,49±0,08 ^{dA}
	90	15,27±0,43 ^{abc}	19,72±0,19 ^{dD}	12,89±0,17 ^{cB}	19,78±0,14 ^{dD}	15,21±0,08 ^{dC}	12,86±0,27 ^{cB}	10,88±0,31 ^{dA}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

A, B, C, D, E, F: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır



Şekil 4.10. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince suda çözünen azot miktarlarındaki değişim.

Peynirlerin suda çözünen azot oranları olgunlaşmanın ilk gününden itibaren önemli farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Olgunlaşma başında en yüksek suda çözünen azot oranı %0,71 ile StHP45 örneğinde saptanırken, 90. günde en yüksek değer yine StHP45 ve StHP40 (%0,83) örneklerinde görülmüştür. Olgunlaşma başında en düşük suda çözünen azot oranı kontrol grubu peynirlerde bulunmuştur. Olgunlaşma süresince bu değer artmış olmasına rağmen olgunlaşma sonunda en düşük değer yine kontrol grubu peynirlerde belirlenmiştir. Peynirlerimizde suda çözünen azot oranlarının kontrol grubundan sonra LeuSt45 ve LeuSt40 kodlu örneklerde düşük çıktığı belirlenmiştir. Bu peynirlerde kullanılan *S. thermophilus* bazı proteolitik enzimleri sentezleyebilmesine karşın zayıf proteolitik karakterlidir (Axelson, 2004). *Leuconostoc* türleri de proteolitik aktiviteleri zayıf olmakla birlikte genellikle aroma oluşumuna katkıda bulunan türlerdir (Kılıç, 2011). Bu durum söz konusu peynirlerde suda çözünen azot oranının düşük olmasının sebebi olarak düşünülebilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda propiyonik asit bakterilerinin süt esaslı ortamlarda gelişimlerinin zayıf olduğu belirlenmiştir (Baer, 1995). Ancak, bu bakterilerin gelişimi rennet veya starter kültür kaynaklı proteoliz sonucu açığa çıkan ürünler ile desteklenebilmektedir. Bu durum propiyonik asit bakterilerinin süt proteinlerini hidrolize etme yeteneklerinin zayıf olduğunu göstermektedir (Gürsoy ve Kesenkaş, 2011). Dupuis et al. (1995) de propiyonik asit bakterilerinin kazeinolitik aktivitelerinin laktokoklara oranla 5-15 kat daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Propiyonik asit bakterilerinin gelişimleri süte ilave edilen starter

kültürlerle desteklenebilmektedir. Bu durum propiyonik asit bakterileri ve diğer bakteriler arasında meydana gelen etkileşimlerin peynir olgunlaşması bakımından ne kadar önemli rolleri olduğunu kanıtlamaktadır (Gürsoy ve Kesenkaş, 2011). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar da bakteriler arasındaki interaksiyonların önemini destekleyici niteliktedir. StHP45 ve StHP40 kodlu, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* ve propiyonik asit bakterilerinin birlikte kullanıldığı örneklerde suda çözünen azot oranlarının diğer örneklerle kıyasla çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

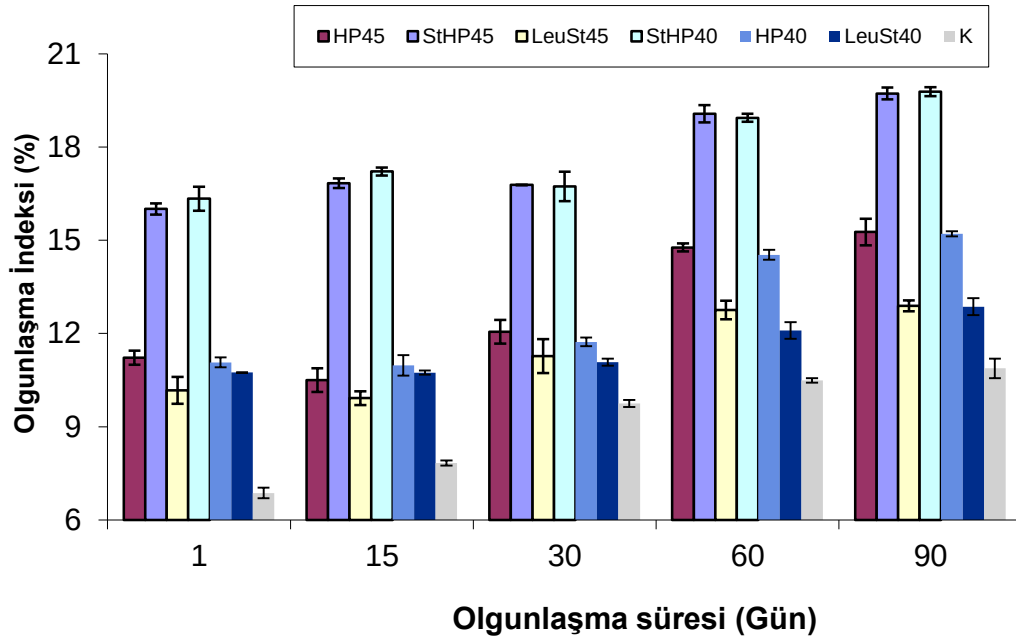
Haşlama sıcaklığı örneklerin suda çözünen azot oranlarını daha çok olgunlaşmanın başlangıcında etkilemiştir. HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın başında, LeuSt45-LeuSt40 örnekleri ise hem başlangıçta hem de olgunlaşmanın 60. günü farklı gruplarda yer almışlardır. Olgunlaşma sonunda ise aynı kültürlerin kullanıldığı peynirlerin hepsinin aynı suda çözünen azot değerlerini aldıkları görülmüştür. Yani primer proteolizin olgunlaşmanın sonunda aynı kültürlerin kullanıldığı peynirlerde oldukça yakın değerler aldığı görülmüştür. Dolayısıyla haşlama sıcaklıklarının primer proteolizi etkilemediği söylenebilir. Bu durum primer proteolizde önemli katkısı olan kalıntı rennin enzimi ile ilişkilendirilebilir (Hayaloğlu ve Karabulut, 2010; Metin, 2011). Buna göre 40°C ve 45°C haşlama sıcaklıklarının kimozin aktivitesini etkilemediği tahmin edilmektedir. Hayes et al. (2002) çalışmalarında 47°C haşlama sıcaklığının peynirlerde kalıntı kimozin aktivitesini %50 oranında azalttığını, bunun yanında 53°C haşlama sıcaklığı uyguladıklarında aktivitenin tamamen durduğunu belirtmişlerdir.

Mihaliç peyniri örneklerinde olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilen suda çözünen azot miktarı, peynirlerin toplam azot ve nem içeriğine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Gürsoy, 2005). Olgunlaşma katsayısı veya olgunlaşma indeksi olarak adlandırılan ve suda çözünen azot miktarının toplam azot miktarına oranlanmasıyla elde edilen değer ise, özellikle proteinaz aktivitesinin ve buna bağlı olarak peynirlerin olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Wyder and Puhan, 1999).

Çizelge 4.8. ve Şekil 4.11. incelendiğinde genel olarak suda çözünen azot cinsinden olgunlaşma indeksi değerlerinin olgunlaşma süresince önemli düzeyde arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Peynirlerimizin olgunlaşma indeksi değerleri %7,83-19,78 arasında değişmiştir. Olgunlaşma indeksi değerleri bakımından örnekler arasındaki farklılık da suda çözünen azot oranına bağlı olarak önemli

bulunmuştur ($p<0,05$). 90 günlük olgunlaşma süresini bir bütün olarak ele aldığımızda en yüksek olgunlaşma indeksi değerleri StHP45 ve StHP40 kodlu peynirlerde saptanırken, bunu HP45 ve HP40 kodlu peynirler izlemiştir. Klasik yöntemle üretilen kontrol peynirinde ise olgunlaşma indeksi olgunlaşma süresi boyunca artmasına rağmen, genel olarak olgunlaşmanın en düşük seviyede gerçekleştiği peynir olmuştur.

Haşlama sıcaklıklarının olgunlaşma indeksi değerlerine etkisine baktığımızda ise 45°C’de haşlanan peynirlerin olgunlaşma indekslerinin olgunlaşma başında genel olarak 40°C’de haşlanan peynirlerin olgunlaşma indekslerinden daha düşük olduğunu görürken, olgunlaşma sonunda bu peynirlerin olgunlaşma indeksi değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna dayanarak haşlama sıcaklığını 45°C olarak kullanmanın peynirlerimizde olgunlaşmayı olumlu yönde etkilediği, olgunlaşmanın bu peynirlerde daha hızlı ilerlediği söylenebilir.



Şekil 4.11. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim.

Eralp (1974), olgunlaşma derecesinin peynirdeki su oranıyla önemli ölçüde etkileşimde bulunduğunu, sert peynirlerde saptanan değerlerin yumuşak peynirlere göre düşük olabileceğini belirtmektedir. Kurt (1984), Mihaliç peynirinde olgunlaşma oranının ortalama %18,05 olduğunu bildirmektedir. Özcan (2000) Mihaliç peynirlerinde olgunlaşma indeksi değerlerinin ortalama %11,55-

23,25 arasında değiştiğini ve olgunlaşma sũresince arttığını belirtmiştir. Ŗner ve şanlıdere (2003) ise keçi sũtũnden ũretilip ũç ay depoladıkları Mihaliç peynirinde olgunlaşma indeksi değerlerinin olgunlaşma sũresince arttığını bildirmişlerdir. Hayaloğlu ve Karabulut (2010) ęalıřmalarında Mihaliç peynirinin suda ęũzũnen azota gũre hesaplanan olgunlaşma indeksi değerini %26,7 oranında bulmuşlardır. Hannon et al. (2003) ise yine sert peynir ęeřitlerinden olan Cheddar peynirinde aynı değeri ortalama %20,4 olarak belirtmişlerdir.

4.9. Mihaliç Peynirlerinin %12 TCA’da ęũzũnen Azot ve Olgunlaşma İndeksi Değerleri

%12 TCA’da ęũzũnen azot oranları orta ve kısa zincirli peptitler ile aminoasitlerden oluşmaktadır (Hayaloğlu, 2003). TCA’da ęũzũnen azot peynirde bulunan kũęũk peptitlerin ve aminoasitlerin gũstergesi olup “olgunlaşma derinlik indeksi” olarak da kabul edilmektedir (Tarakęı ve Kũęũkũner, 2006). Peynir ũretimi esnasında kazeinin primer proteolizi ũnceden belirtildiği gibi daha ęok peynir sũtũne ilave edilen rennet tarafından geręekleřirken, sekonder proteoliz starter bakterilerin kazein tũrevlerini kũęũk peptitlere ve aminoasitlere dũnũřtũrmesi şeklinde geręekleřmektedir (Kok, 1993). Peynirde laktik asit bakterilerinin kazein tũrevli peptitlerin hidrolizinden sorumlu oldukları belirtilmektedir (Hayaloğlu et al., 2004). Mihaliç peyniri ũrneklerinde TCA’da ęũzũnen azot, olgunlaşma indeksi değerleri ve olgunlaşma sũresince meydana gelen değişimler ęizelge 4.9, şekil 4.12.ve 4.13’de verilmiştir.

Mihaliç peynirlerimizin TCA’da ęũzũnen azot oranları olgunlaşma başlangıcında %0,08-0,22, olgunlaşma sonunda ise %0,17-0,37 arasında değişmiştir. Olgunlaşma başında en yũksek TCA’da ęũzũnen azot değeri StHP45 ũrneęinde saptanırken, olgunlaşma sonunda en yũksek TCA’da ęũzũnen azot oranı yine StHP45 ũrneęinde belirlenmiştir. Karaca (2007), ũrettięi beyaz peynirlerde TCA’da ęũzũnen azot oranının %0,141-0,339 arasında değiştiğini belirtmiştir. Polychroniadou et al. (1999), peynirin TCA’da ęũzũnen azot miktarı ũzerinde peynir ęeřidinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşma sũresinin %12 TCA’da ęũzũnen azot oranına etkisi tũm peynirlerde ũnemli bulunmuş ve tũm ũrneklerde olgunlaşma sũresince artış gũzlenmiřtir ($p<0,05$). Ŗrnekler arasındaki farklılık ise olgunlaşmanın 30. gũnũ hariç ũnemli bulunmuştur. %12 TCA’da ęũzũnen azot oranının olgunlaşma sũresince ũnemli bir artış gũsterdięi

çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Hayashi et al., 1990; Nunez et al., 1991; Picon et al., 1997; Sert et al., 2007; Gölge, 2009; Şahingil, 2012).

Çeşitli araştırmalarda starter kültür ile üretilen peynirlerin kimyasal olarak asitlendirilen peynirlerden daha yüksek düzeyde suda ve % 12 TCA'da çözünen azot değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Çeşitli peynirlerde yapılan çalışmalarda, bakteriyel lizisin peynirde proteolizin gelişimine (özellikle sekonder proteolize) çok önemli katkılar sağladığı saptanmıştır. Kullanılan mikroorganizmaların lize olma derecesi ile peynir olgunlaşması ve aroma gelişimi arasında pozitif bir korelasyon saptanırken, lize olmayan suşlarla yapılan peynirlerde ise proteoliz ve aroma gelişiminin geciktiği bildirilmiştir (Kawabata et al., 1997; Kiernan et al., 2000). Bu durumun peynirlerimiz için de geçerli olduğu söylenebilir. Bakteriyel lizis bir hücre içi enzim olan muramidazın hücre duvarındaki peptidoglikan tabakasını hidrolize etmesiyle gerçekleşmektedir (Fox et al., 2000). Starter bakteri kullanılarak üretilen peynirlerde α s1- kazeinin hızlı bir şekilde parçalandığı, buna karşın β kazeinin starter enzimlerine daha dirençli olduğu saptanmıştır. Söz konusu hidrolizasyon olayında rol alan enzimlerin tamamı hücre içi enzimler olup bunların en önemlisi lactocepin'dir. Diğer enzimler ise endopeptidazlar, aminopeptidazlar, proline spesifik peptidazlar, genel dipeptidazlar ve genel tripeptidazlardır (McSweeney, 2004). Enzim kullanılmadan starter kültür kullanılarak üretilen peynirlerde de α s1- ve β kazeinin parçalandığı, ancak bu parçalanmanın oldukça yavaş olduğu, olgunlaşmanın ilerleyen aşamalarında söz konusu parçalanmanın belirginleşmesinin ise starter hücrelerinin lize olması sonucu açığa çıkan enzimlerin etkisiyle olduğu belirtilmektedir (Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Kiernan et al. (2000), kullanılan starter kültürlerin lize olma derecesi ve peynir olgunlaşması arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, lize olan *Lactobacillus* suşları ile peynirde aroma gelişiminin ve proteolizin arttığını belirtmişlerdir. Lynch et al. (1996), çeşitli *Lactobacillus* ve *Lactococcus* suşları kullanılarak üretilen Cheddar peynirlerinde aminoasit kompozisyonlarının (sekonder proteolize etki) ve aminoasit konsantrasyonlarının bakterilerin lize olması ile arttığını belirlemişlerdir. Gürsoy vd. (2001) peynir üretiminde olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla (*L. helveticus* veya *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) starter kültür kullanmışlar ve peynirde proteoliz düzeyinin istenilen düzeye yükseldiğini ve bu iki starter arasından *L. helveticus* kullanımının olgunlaşma bakımından daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

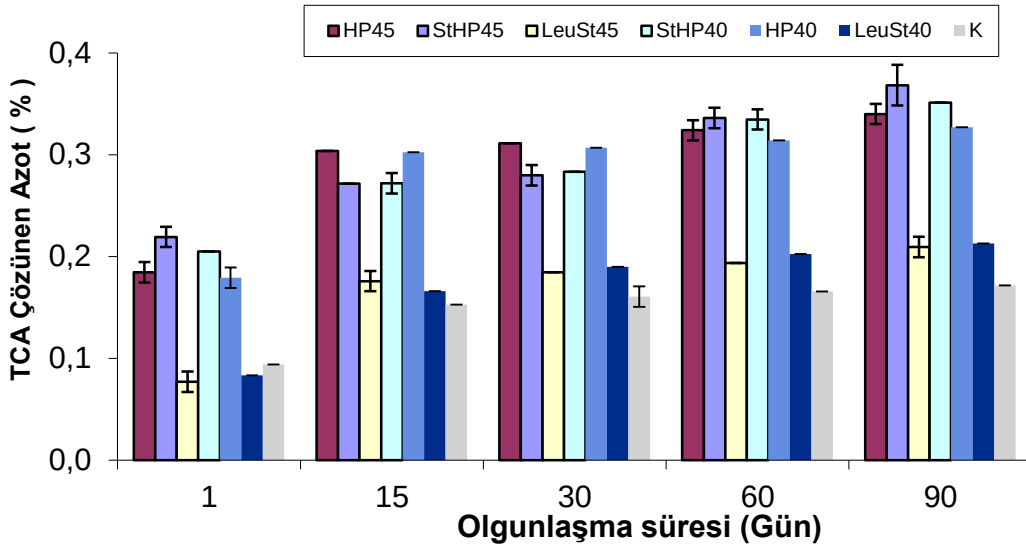
Ayrıca starter bakteri kullanılarak üretilen peynirlerde starter peynir kullanılmadan üretilen peynirlere göre daha yüksek oranda aminoasit birikimi olduğu saptanmıştır (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Ancak starterler çok yüksek popülasyona ulaşırlar, ya da çok uzun yaşarlarsa peynirde acılaşıma gibi tat kusurlarına neden olabildikleri gibi, tat-aromanın maskelenmesine de neden olabilmektedirler (Beresford et al., 2001).

Çizelge 4.9. Mihaliç Peyniri örneklerinin TCA’da çözünen azot miktarlarında ve olgunlaşma indeksi değerlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler.

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
TCA çözünen azot (%)	1	0,18±0,01 ^{aB}	0,22±0,01 ^{aD}	0,08±0,01 ^{aA}	0,20±0,00 ^{aCD}	0,18±0,01 ^{Ab}	0,08±0,00 ^{aA}
	15	0,30±0,00 ^{bD}	0,27±0,00 ^{bC}	0,18±0,01 ^{bB}	0,27±0,01 ^{bC}	0,30±0,00 ^{bD}	0,17±0,00 ^{bB}
	30	0,31±0,00 ^{bD}	0,28±0,01 ^{bC}	0,18±0,00 ^{bA}	0,28±0,00 ^{bC}	0,31±0,00 ^{bCD}	0,19±0,00 ^{bB}
	60	0,32±0,01 ^{cCD}	0,34±0,01 ^{cD}	0,19±0,00 ^{bCB}	0,33±0,01 ^{cD}	0,31±0,00 ^{bCC}	0,20±0,00 ^{dB}
	90	0,34±0,01 ^{dD}	0,37±0,02 ^{dE}	0,21±0,01 ^{cB}	0,35±0,00 ^{dD}	0,33±0,00 ^{dC}	0,21±0,00 ^{eB}
Olgunlaşma indeksi(%)	1	4,34±0,22 ^{aBC}	4,97±0,23 ^{aD}	1,81±0,28 ^{aA}	4,76±0,03 ^{aCD}	4,25±0,21 ^{aB}	2,00±0,08 ^{aA}
	15	7,00±0,12 ^{bD}	6,29±0,01 ^{bC}	4,04±0,18 ^{bB}	6,48±0,05 ^{bC}	7,06±0,06 ^{bD}	3,98±0,00 ^{bB}
	30	7,50±0,27 ^{bCD}	6,34±0,05 ^{bC}	4,35±0,01 ^{bCB}	6,48±0,08 ^{bC}	7,25±0,02 ^{bCD}	4,67±0,04 ^{bB}
	60	7,74±0,18 ^{cdD}	7,97±0,19 ^{cD}	4,65±0,02 ^{cdB}	7,83±0,21 ^{cD}	7,38±0,06 ^{cc}	4,81±0,06 ^{dB}
	90	8,11±0,18 ^{dCD}	8,78±0,35 ^{dE}	4,97±0,16 ^{dB}	8,36±0,01 ^{dD}	7,81±0,08 ^{dC}	5,10±0,02 ^{eB}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D, E:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

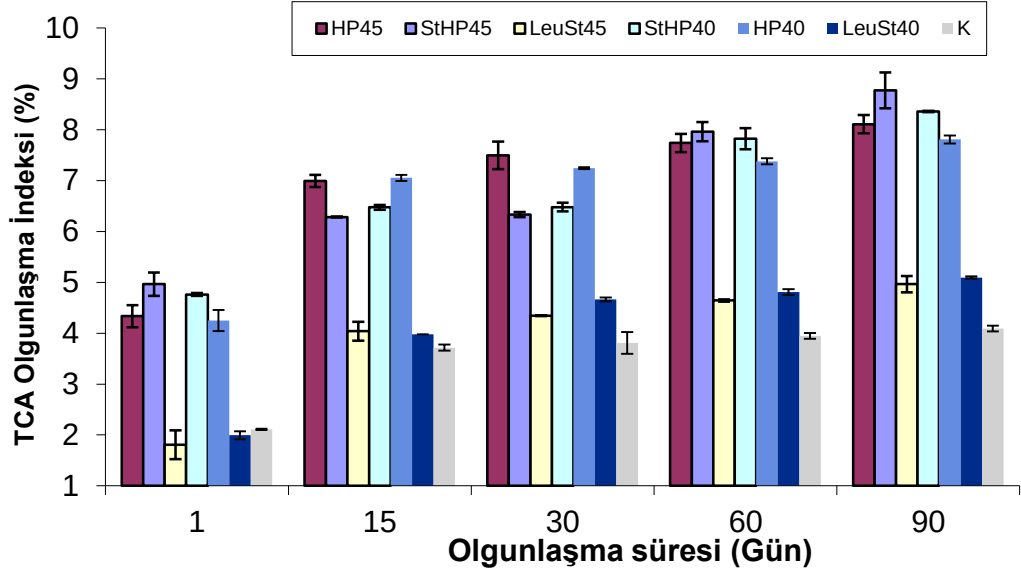


Şekil 4.12. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince TCA'da çözünen azot miktarlarındaki değişim.

Mihaliç peynirlerinin TCA olgunlaşma indeksi değerlerinin olgunlaşma süresince önemli düzeyde arttığı görülmüştür ($p<0,05$). Örnekler arasında olgunlaşma indeksi değerleri bakımından ilk günden itibaren önemli düzeyde fark görülmüştür ($p<0,05$). Olgunlaşma başında en yüksek TCA olgunlaşma indeksi değerleri %4,97 ve 4,76 ile StHP45 ve StHP40 örneklerinde görülürken, en düşük değer LeuSt45 örneğinde %1,81 ile belirlenmiştir. Olgunlaşma sonunda en yüksek değerler yine StHP45 ve StHP40 örneklerinde belirlenirken, en düşük TCA olgunlaşma indeksi değeri %4,09 ile kontrol örneğinde belirlenmiştir.

Farklı haşlama sıcaklıkları uygulanan peynirlerden LeuSt45-LeuSt40 %12 TCA'da çözünen azot bakımından olgunlaşmanın 30. günü hariç aynı grupta yer almışlardır. HP45-HP40 örnekleri ise olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde aynı grupta yer almışlardır. Olgunlaşmanın diğer günlerinde ise 45°C'de haşlanan peynir olan HP45'in % 12 TCA'da çözünen azot oranı daha yüksektir. StHP45-StHP40 örnekleri ise olgunlaşma boyunca aynı grupta yer almışlar, yalnızca olgunlaşmanın son günü StHP45 peynirinin %12 TCA'da çözünen azot oranı daha yüksek bulunmuştur. Peynirde sekonder proteoliz starter bakterilerin faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir (Kok,1993). Sekonder proteolizden öncelikle laktik asit bakterileri sorumlu olsa da propiyonik asit bakterilerinin katkısı da önemlidir (Thierry and Maillard, 2002). Dolayısıyla olgunlaşma süresince %12 TCA'da çözünen azot oranındaki bu farklılıklar starter bakterilerin aktivitelerine bağlanabilir. TCA olgunlaşma indeksi bakımından ise özellikle olgunlaşmanın 1., 15. ve 30. günlerinde tüm örnekler aynı grupta yer almalarına rağmen, 60. gün

HP45-HP40, olgunlaşma sonunda ise StHP45-StHP40 gruplarından 45°C’de haşlanan peynirlerin TCA olgunlaşma indeksi değerlerinin 40°C’de haşlanana oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince TCA olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim.

4.10. Mihaliç Peynirlerinin Serbest Yağ Asitleri Değerleri

Süt yağı, olgunlaşma süresince peynirde istenilen lezzetin oluşumu için gerekli olan süt bileşenlerinden biridir. Peynirde lipoliz peynirin en önemli bileşim unsuru olan yağı oluşturan trigliserid veya triağıgliserol bünyesindeki yağ asidi ve gliserol arasındaki ester bağının hidrolize edilmesidir (Collins et al., 2003a; Deeth and Fitz-Gerald, 1995). Peynirde lipoliz ile meydana gelen kısa ve orta zincirli yağ asitleri peynir lezzetine direkt olarak katkıda bulunurlar (Gürsoy, 2005). Lipoliz proteolizle birlikte, peynir tat ve aromasının oluşmasında rol alan en önemli biyokimyasal olaydır (Beuvier and Buchin, 2004). Ancak, serbest yağ asitleri düşük konsantrasyonlarda, özellikle proteoliz ve diğer reaksiyonların ürünleri ile dengeli şekilde olduklarında peynir lezzetine katkıda bulunmaktadır (Ertekin ve Seydim, 2009). Bu olay peynirde doğal lipoprotein lipazı, starter veya çiğ süt mikroflorasından kaynaklanan lipaz veya esteraz veya süte ilave edilen pregastrik esterazlar tarafından gerçekleştirilir (Molimard and Spinnler, 1996; Fox and Wallace, 1997). Lipoliz derecesini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri olan serbest yağ asitleri değeri (ADV, acid degree value) 100 g süt yağında bulunan serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gerekli olan alkaninin eşdeğer miktarı olarak tanımlanmaktadır (Collins et al., 2003a; Gürsoy, 2005).

Çizelge 4.10. ve Şekil 4.14. incelendiğinde üretilen her peynirde toplam serbest yağ asitleri değerinin mikrobiyal aktiviteye bağlı lipoliz nedeniyle olgunlaşma boyunca arttığı görülmektedir. Örnekler arasındaki serbest yağ asitleri değerleri arasındaki fark olgunlaşma süresince önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma boyunca en yüksek değerler HP45 ve HP40 örneklerinde saptanmıştır. Bu örneklerin istatistiksel olarak da diğer peynirlerden önemli oranda ayrıldığı görülmektedir. En düşük serbest yağ asitleri değerleri ise LeuSt45 ve LeuSt40 örneklerinde belirlenmiştir. Propiyonik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanıldığı peynirlerde, özellikle HP45 ve HP40 örneklerinde ADV değerinin yüksek çıkması propiyonik asit bakterilerinin yoğun lipolitik aktivitesine bağlanabilir. Propiyonik asit bakterileri içerdikleri lipaz ve hücre içi esterazlar nedeniyle yüksek lipolitik aktiviteye sahiptirler. Laktik asit bakterilerinden 10-100 kat daha fazla lipolitik aktivite gösterebilen propiyonik asit bakterileri içinde *P. freudenreichii* en yüksek lipolitik aktiviteye sahip türdür (Chamba and Irlinger, 2004). *P. freudenreichii* ssp. *shermanii* grubun en iyi bilinen üyesi olup hem lipaz hem esteraz enzimine sahiptir (Collins et al., 2003).

Çizelge 4.10. Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen serbest yağ asitleri miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler

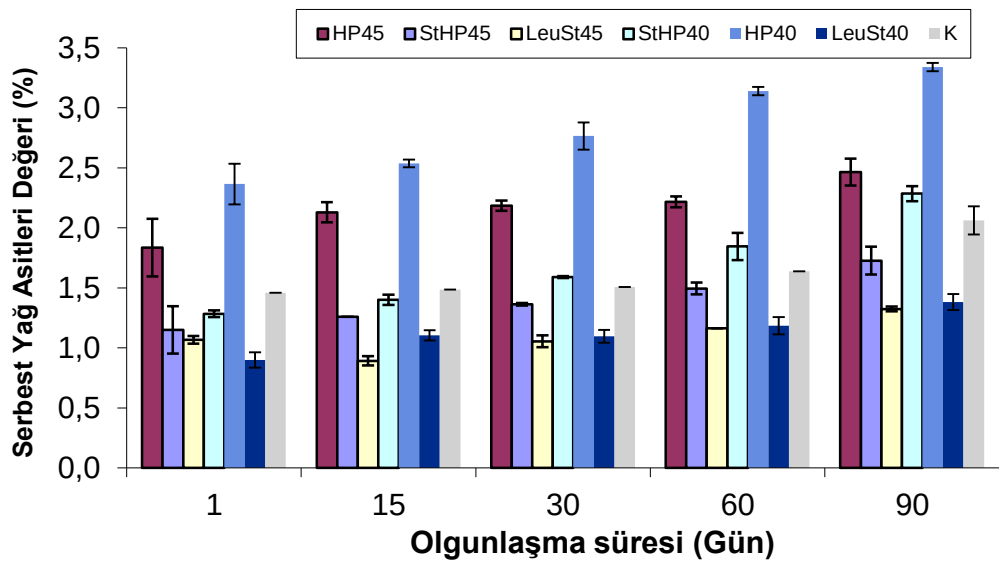
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	1,84±0,24 ^{aD}	1,15±0,20 ^{aABC}	1,07±0,03 ^{bAB}	1,29±0,03 ^{aBC}	2,37±0,17 ^{aE}	0,90±0,06 ^{aA}	1,46±0,00 ^{aC}
15	2,13±0,08 ^{abE}	1,26±0,00 ^{abC}	0,89±0,04 ^{aA}	1,40±0,04 ^{aD}	2,54±0,03 ^{abF}	1,11±0,04 ^{bB}	1,49±0,00 ^{aD}
30	2,19±0,04 ^{bD}	1,36±0,01 ^{abB}	1,06±0,05 ^{bA}	1,59±0,01 ^{bC}	2,77±0,11 ^{bE}	1,10±0,05 ^{bA}	1,51±0,00 ^{abC}
60	2,22±0,05 ^{bE}	1,50±0,05 ^{bcB}	1,16±0,00 ^{cA}	1,85±0,11 ^{cD}	3,14±0,04 ^{cF}	1,19±0,07 ^{bA}	1,64±0,00 ^{bc}
90	2,47±0,11 ^{bD}	1,73±0,12 ^{cB}	1,33±0,02 ^{dA}	2,29±0,06 ^{dD}	3,34±0,04 ^{cE}	1,38±0,07 ^{cA}	2,06±0,12 ^{cC}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler $p<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D, E, F:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler $p<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Farklı tip peynirlerdeki toplam serbest yağ asitleri değerlerinin olgunlaşma süresince arttığı, Georgala et al. (1999), Dinkçi (1999), Kesenkaş (2005) tarafından yapılan araştırmalarda da belirtilmiştir. Andiç vd. (2010) da çalışmalarında özellikle 4°C’de vakum paketlenmiş peynir örneklerinde ADV değerlerinin olgunlaşma boyunca arttığını, -18°C’de depolanan vakum paketlenmiş örneklerde ise bu artışın görülmediği sonucuna ulaşmışlardır. Alewjn et al. (2005) ise 4 farklı Gouda peynirinde 2 yıl boyunca üretilen yağ türevlerini GC/MS analiz etmiş ve olgunlaşma süresince kurumaddede toplam serbest yağ asitleri içeriğinin arttığını belirtmiştir.

Haşlama sıcaklıklarının serbest yağ asidi değerlerine etkisine baktığımızda ise olgunlaşmanın ilk günü LeuSt45-LeuSt40 örnekleri hariç hemen hemen olgunlaşmanın her döneminde tüm örneklerde 45°C’de haşlanan peynirlerin serbest yağ asitleri değerlerinin 40°C’de haşlanan peynirlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Buna göre çalışmamızda lipoliz bakımından 40°C haşlama sıcaklığı kullanmanın daha olumlu etki gösterdiği söylenebilir. Peynirde lipolizi starter aktivitesinin yanı sıra bakteriyal lipaz ve sütte doğal olarak bulunan lipaz neden olmaktadır. Fröhlich-Wyder et al. (1993) lipaz enzim aktivitesinin 50°C dolaylarında azaldığı bildirmişlerdir. Çalışmamızda 40°C’de haşlanan peynirlerin serbest yağ asitleri değerlerinin yüksek olması yoğun lipaz enzim aktivitesine bağlanabilir. Buna göre 45°C’de haşlanan peynirlerde lipaz enzim aktivitesinin 40°C’de haşlanan peynirlere göre daha çok etkilendiği düşünülmektedir.



Şekil 4.14. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince serbest yağ asitleri değerlerindeki değişim.

4.11. Mihaliç Peynirlerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu

Peynir olgunlaşması dinamik ve kompleks bir biyokimyasal prosestir. Yağ hidrolizi bu prosesin önemli bir ayağı olup, peynirlerin duyusal karakteristiklerinin oluşumunda önemli etkiye sahiptir. Serbest yağ asitleri peynirlerin tat ve aromasının gelişmesine katkıda bulunan ester, alkol, aldehit ve ketonları içeren uçucu bileşenlerin üretildiği katabolik reaksiyonların önemli öncülerindendir. Ancak, oluşan bu maddelerin kendi aralarındaki interaksiyonları veya daha ileri parçalanmaları ile yeni ürünler oluşmakta ve bunlar arasındaki denge de peynirlerde karakteristik aromanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Peynirde lipolizin derecesi büyük oranda peynir çeşidine ve olgunlaşma koşullarına bağlıdır. Peynir sütünün pastörizasyonu süt lipazının çoğunluğunu inaktif etmekte, böylece çiğ ve pastörize süt peynirlerinin lipoliz dereceleri arasında önemli farklılıklar olmaktadır. Ancak lipolitik ajanlar sadece çiğ süttten kaynaklanmamakta starter, non-starter bakteriler ve peynir mayası kaynaklı lipaz enzimi gibi bir dizi faktör etkili olmaktadır (McSweeney and Sousa, 2000; Buffa et al., 2001; Collins et al., 2003b).

Lezzet üzerine etkisini belirlemek açısından, peynirlerdeki yağ asitleri profilini bilmek büyük önem taşımaktadır. Nitekim bazı araştırmacılar, özellikle duyusal algılanma eşikleri düşük kısa ve orta zincirli yağ asitlerini, peynirleri sınıflandırmada bir indeks olarak kabul etmektedirler (Georgala et al., 2005).

Araştırmamızda ürettiğimiz Mihaliç peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca belirlenen doymuş ve doymamış yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.11. ve Çizelge 4.12.'da verilmiştir. Genel olarak ele alındığında bütirik asit oranları (C4:0), ilgili çizelgeden de izleneceği gibi %3,021-4,673 arasında değişmiştir. Olgunlaşma süresinin LeuSt45, LeuSt40 ve StHP40 grubu peynirlerdeki bütirik asit oranını etkilediği, peynirler arasındaki farklılığın ise olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Toplam yağ asitleri içinde kaproik (C6:0) ve kaprilik (C8:0) asitler sırasıyla %1,628-%2,423, %1,027-1,365 arasında değişen değerler almıştır. Kaproik asit oranı bütirik asit de olduğu gibi olgunlaşma süresince yalnızca LeuSt45, LeuSt40 ve StHP40 grubu peynirlerde önemli bulunmuş olup, örnekler arasındaki farklılık ise olgunlaşmanın yalnızca 60. ve 90. günlerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kaprilik asit miktarını olgunlaşma süresi yalnızca HP45 örneğinde etkilemiş olup, örnekler arasındaki farklılık ise olgunlaşmanın yalnızca 15. gününde önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Ayrıca bütirik, kaproik ve kaprilik asitlerin miktarlarının olgunlaşma sonunda genel olarak tüm peynirlerde arttığı görülmüştür. Alewjin et al. (2005) Gouda peynirinin serbest yağ asitleriyle ilgili yaptıkları çalışmalarında 4 farklı Gouda peynirinde 2-6 haftalık periyotlarda yağ asitleri içeriğini GC/MS ile analiz etmişler, telemelerde uzun zincirli yağ asitleri hakimken, olgunlaşma süresinde nispeten kısa ve orta uzunluktaki yağ asitlerinin açığa çıktığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar çoğu peynirde bütirik, kaproik ve kaprilik asitlerin, starter kaynaklı lipolitik aktivitenin önemli birer göstergesi olduğunu belirlemişlerdir (Kondyli et al., 2002; Mallatou et al., 2003). Bilindiği gibi yağ asitlerinin katabolizmasında ortamda bulunan substrat konsantrasyonu, ayrıca yağ asitleri katabolizmasında etkin rol oynayan lipolitik ve esterolitik unsurların varlığı ve konsantrasyonu önemlidir. Özellikle esterolitik aktivite sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri (C4:0-C8:0) uçucu karakterli olduklarından peynirde aromaya direkt ya da dolaylı olarak katkı yaparlar (Hayaloğlu ve Özer, 2011). Ayrıca duysal algılanma eşikleri düşük olan bu yağ asitlerinin peynirlerin tadını kolaylıkla etkileyebildikleri bildirilmektedir (Güler ve Uraz, 2003). Peynirlerimizde kısa zincirli yağ asitlerinin (C4:0-C8:0) genel olarak kontrol grubunda en düşük oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Peynirde tat ve aromaya direkt katkısı olan bu yağ asitlerinin kontrol grubunda en düşük oranda bulunmasının duysal değerlendirmede söz konusu peynirlerin tat ve aroma puanlarının düşük olmasının nedeni olabileceği düşünülmektedir. Peynirlerimizde bütirik ve kaproik asit oranlarına ait bulgular Kesenkaş'ın (2005) çalışmasında elde ettiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Dönmez et al. (2005) de bazı geleneksel Türk peynirlerinin kimyasal karakteristiklerini, yağ asitleri kompozisyonlarını, konjuge linoleik asit ve kolesterol seviyelerini inceledikleri çalışmalarında Mihaliç peynirinde bütirik asit (C4:0) oranlarını peynirlerimizden daha düşük oranda tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada kaproik asit (C6:0) oranları peynirlerimizden (K örneği hariç) daha düşük oranda tespit edilmiş (%2), kaprilik asit oranlarının ise (C8:0) peynirlerimizden daha yüksek oranda bulunduğu (%2,4) belirlenmiştir.

Çizelge 4.11.'de görüldüğü gibi orta zincirli olarak nitelendirilen yağ asitleri (C10:0-C14:0) içerisinde miristik asit (C14:0) gerek starter kültürlü peynir örneklerinde gerek kontrol grubunda en yüksek orana sahip olup miktarları %10,979-12,905 arasında değişmiştir. Miristik asit miktarındaki değişim olgunlaşma süresince sadece StHP40 örneği için önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arasındaki farklılığın ise olgunlaşmanın 15. gününden sonra önem kazandığı görülmektedir ($p<0,05$). Mallatou et al. (2003), inek sütünden üretilen

Teleme peynirinde, orta zincirli yağ asitleri içerisinde miristik asidin en yüksek oranda olduğunu belirtmiştir. Dönmez et al. (2005) de çalışmamıza benzer şekilde Mihaliç peynirinde orta zincirli yağ asitleri içinde miristik asitin en yüksek oranda bulunduğunu tespit etmiştir. Laurik (C12:0) ve kaprik asit (C10:0) bu grupta yer alan diğer yağ asitleridir. Toplam yağ asitleri içerisinde laurik asit (C12:0) 1. gün %3,491 ile StHP40 örneğinde en yüksek oranda tespit edilmiş, %2,899 ile en düşük kontrol örneğinde belirlenmiştir. Olgunlaşma sonunda ise %3,444 oranıyla en yüksek StHP45 örneğinde, %2,852 oranıyla en düşük kontrol grubunda tespit edilmiştir. Kaprik asit ise olgunlaşmanın başlangıcında %3,036 ile en yüksek HP40 örneğinde, olgunlaşmanın sonunda ise %2,985 oranıyla en yüksek StHP45 örneğinde tespit edilmiştir. Söz konusu yağ asitlerine ait bulgularımız, Kesenkaş'ın (2005) elde ettiği değerlere oldukça yakındır. Olgunlaşma süresinin kaprik asit (C10:0) miktarına etkisi StHP40, LeuSt40 ve K örnekleri hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arasındaki farklılık ise olgunlaşmanın her döneminde önemli bulunmuş, kontrol grubunun diğer örneklerden önemli oranda ayrıldığı görülmüştür ($p<0,05$). Laurik asitin (C12:0) olgunlaşma süresince değişimi yalnızca HP45 örneği için önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Laurik asit miktarının olgunlaşmanın 30. gününde örneklerde birbirine daha yakın değerler aldığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

İlgili çizelgelere baktığımızda uzun zincirli yağ asitlerinden olan (C16:0-C20:0) palmitik asidin (C16:0) toplam yağ asitleri içerisinde en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Palmitik asit tüm peynir örneklerinde yaklaşık %33 seviyesinde tespit edilmiştir. Dönmez et al. (2005) de Mihaliç peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonunu belirledikleri çalışmalarında palmitik asitin tüm yağ asitlerinden yüksek oranda (%29,50) bulunduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresinin örneklerin palmitik asit miktarı üzerine etkisi LeuSt45 ve LeuSt40 örnekleri için önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşmanın başında en yüksek palmitik asit miktarı StHP45 örneğinde bulunurken, olgunlaşmanın 90. gününde LeuSt40 örneğinde en yüksek miktarda bulunmuştur. Palmitik asit tüm olgunlaşma günlerinde kontrol örneğinde en düşük oranda tespit edilmiştir. Palmitik asitin diğer yüksek moleküllü yağ asitlerinin aksine peynirlerin tat ve kokusunu etkileyebileceği, lipoliz düzeyini hakkında bilgi verebileceği, hatta peynirde tat ve koku kusurlarına neden olabileceği belirtilmektedir (Güler ve Uraz, 2003). Olgunlaşmanın her döneminde örnekler arasındaki farklılık palmitik asit bakımından önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Palmitik asitten sonra en yüksek orana sahip yağ asidi, oleik asit (C18:1n9c) olarak belirlenmiş olup bunu stearik

asit (C18:0) takip etmiştir. Oleik asit miktarları StHP40, StHP45, HP40 ve LeuSt40 örneklerinde önemsiz ($p>0,05$), diğer örneklerde önemli bulunmuştur. Olgunlaşmanın her döneminde örnekler arasında önemli farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Stearik asit miktarına olgunlaşma süresinin etkisi LeuSt45 ve StHP40 örneklerinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örnekler arasındaki farklılık ise olgunlaşmanın 15. günü hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam yağ asitleri içerisinde sırasıyla yaklaşık %2,3 ve %3 oranlarıyla yer alan linoleik asit (C18:2n6c) ve elaidik asit (C18:1n9t) dikkat çeken diğer uzun zincirli yağ asitleridir. Toplam yağ asitleri kompozisyonu içerisindeki oranı çok küçük olan yağ asitleri ise undekonoik asit (C11:0), tridekonoik asit (C13:0), miritoleik asit (C14:1), pentadekonoik asit (C15:0), cis-10-pentadekonoik asit (C15:1), palmitoleik asit (C16:1), heptadekonoik asit (C17:0), cis-10-heptadekonoik asit (C17:1), linolelaidik asit (C18:2n6t), α -linolenik asit (C18:3n3), araşidik asit (C20:0) ve cis-11-eisosenoik asittir. Olgunlaşma süresinin linoleik asit miktarı üzerine etkisi sadece LeuSt45 için önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerin linoleik asit miktarlarının genel olarak tüm olgunlaşma boyunca yakın olduğu, yalnızca 30. günde örnekler arasında önemli bir fark bulunduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Olgunlaşma süresi HP45, LeuSt45 peynirlerinin elaidik asit miktarlarını önemli oranda etkilemiştir ($p<0,05$). Elaidik asit miktarındaki farklılık ise örnekler arasında olgunlaşma süresinde her dönemde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Klienhenz and Harper (1997), çalışmamıza benzer şekilde İsviçre tipi peynirlerde palmitik asidin diğer yağ asitlerine oranla en yüksek oranda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Kınık et al. (2005) de tulum, teneke tulum, taze ve eski kaşar ve beyaz peynirde yağ asitleri kompozisyonunu tespit etmişler, yağ asitleri içinde en yüksek oranda palmitik, stearik ve miristik asitin bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu yağ asitleri içinde peynirlerimizde de oldukça yüksek seviyede bulunan palmitik asitin serum kolesterol seviyesini yükseltici etkisi olduğu, stearik asitin ise böyle bir etkisi bulunmadığını belirtmişlerdir. Öner ve Şanlıdere (2003) de keçi sütü kullanılarak ürettikleri Mihaliç peynirinin özelliklerini belirledikleri çalışmalarında kaprilik, miristik, palmitik, stearik ve oleik asit değerlerinin diğer yağ asitlerine oranla peynirde daha yüksek oranda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.11. Farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen Mihaliç peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonu (doymuş yağ asitleri) (%).

Peynir Örnekleri	Gün	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0
HP45	1	3,422	2,105	1,273 ^{bB}	2,929 ^{abBC}	0,287 ^a	3,434 ^{aB}	0,098
	15	3,817	2,235	1,323 ^b	3,006 ^{cB}	0,298 ^b	3,461 ^{bB}	0,103
	30	4,093 ^A	2,276	1,228 ^{bB}	2,972 ^{bcB}	0,298 ^{bB}	3,443 ^{ab}	0,091
	60	3,784 ^{AB}	2,115 ^A	1,243 ^{aB}	2,872 ^{aB}	0,288 ^{aB}	3,405 ^{aB}	0,095
	90	3,891 ^{BC}	2,270 ^{BC}	1,307 ^{bcC}	2,940 ^{bB}	0,320 ^{cC}	3,415 ^{aB}	0,104
StHP45	1	3,972	1,979	1,232 ^B	2,815 ^{aB}	0,295	3,383 ^B	0,093
	15	3,675	2,093	1,230	2,954 ^{bB}	0,267	3,526 ^B	0,100
	30	4,151 ^{AB}	2,292	1,320 ^B	2,972 ^{bB}	0,299 ^B	3,445	0,098
	60	3,614 ^A	2,114 ^A	1,261 ^C	2,909 ^{abBC}	0,289 ^B	3,426 ^{BC}	0,092
	90	3,641 ^{AB}	2,344 ^C	1,338 ^C	2,985 ^{bB}	0,301 ^{BC}	3,444 ^C	0,083
LeuSt45	1	3,845 ^a	2,040 ^a	1,251 ^B	2,819 ^{aB}	0,286 ^a	3,431 ^B	0,089
	15	4,205 ^b	2,310 ^c	1,330	2,989 ^{bB}	0,300 ^b	3,455 ^B	0,099
	30	4,162 ^{bAB}	2,273 ^c	1,308 ^B	2,954 ^{bB}	0,298 ^{bB}	3,437	0,094
	60	4,122 ^{bB}	2,262 ^{cB}	1,304 ^{CD}	2,946 ^{bBCD}	0,298 ^{bBC}	3,437 ^{BC}	0,095
	90	3,583 ^{aA}	2,155 ^{bB}	1,284 ^{BC}	2,934 ^{bB}	0,289 ^{aB}	3,429 ^{BC}	0,091
StHP40	1	3,624 ^a	2,089 ^a	1,266 ^B	2,961 ^C	0,294	3,491 ^B	0,097
	15	4,050 ^b	2,243 ^{bc}	1,301	2,946 ^B	0,295	3,429 ^B	0,069
	30	4,258 ^{bc}	2,306 ^c	1,322 ^B	2,978 ^C	0,306 ^B	3,456	0,096
	60	4,126 ^{bB}	2,280 ^{cB}	1,310 ^D	2,952 ^{CD}	0,297 ^B	3,426 ^{BC}	0,085
	90	4,267 ^{bE}	2,160 ^{abBC}	1,282 ^{BC}	2,933 ^B	0,289 ^{BC}	3,424 ^{BC}	0,109
HP40	1	4,163	2,056	1,329 ^B	3,036 ^{bc}	0,282	3,422 ^B	0,103
	15	4,673	2,312	1,365	3,031 ^{bB}	0,289	3,479 ^B	0,098
	30	4,077 ^A	2,124	1,300 ^B	3,022 ^{bc}	0,294 ^B	3,536	0,100
	60	4,026 ^B	2,278 ^B	1,312 ^D	2,960 ^{aCD}	0,294 ^{BC}	3,427 ^{BC}	0,107
	90	4,155 ^{DE}	2,240 ^{BC}	1,299 ^{BC}	2,949 ^{aB}	0,293 ^B	3,428 ^{BC}	0,103
LeuSt40	1	3,939 ^{ab}	2,241 ^{ab}	1,318 ^B	2,990 ^C	0,300	3,463 ^B	0,100
	15	3,804 ^a	2,213 ^a	1,217	2,976 ^B	0,296	3,458 ^B	0,092
	30	4,350 ^{cdC}	2,345 ^{bc}	1,329 ^B	2,976 ^B	0,300 ^B	3,435	0,090
	60	4,612 ^{dC}	2,423 ^{Cc}	1,359 ^E	3,021 ^D	0,306 ^{BC}	3,452 ^C	0,103
	90	4,229 ^{bcE}	2,310 ^{abcC}	1,228 ^B	2,972 ^B	0,301 ^{BC}	3,437 ^{BC}	0,091
K	1	3,021	1,784	1,074 ^A	2,423 ^A	0,241	2,899 ^A	0,089
	15	3,894	1,628	1,027	2,394 ^A	0,229	2,928 ^A	0,081
	30	4,182 ^{AB}	2,117	1,163 ^A	2,489 ^A	0,267 ^A	2,895	0,083
	60	4,012 ^{AB}	2,085 ^A	1,151 ^A	2,497 ^A	0,264 ^A	2,887 ^A	0,077
	90	3,921 ^{CD}	2,024 ^A	1,119 ^A	2,420 ^A	0,263 ^A	2,852 ^A	0,107

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c: Aynı sütunda, aynı örnekte farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D:** Aynı sütunda, aynı depolama gününde, farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.11 devamı

Peynir Örnekleri	Gün	C14:0	C15:0	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0	C21:0
HP45	1	12,131	1,067	33,102 ^B	0,579 ^B	9,653 ^B	0,245 ^A	0,926 ^A
	15	12,222	1,072	33,154 ^C	0,571 ^A	9,611	0,265 ^B	0,883 ^A
	30	12,105 ^{BC}	1,063	32,944 ^B	0,569	9,573 ^B	0,338 ^A	0,917 ^A
	60	12,147 ^B	1,071 ^D	33,396 ^E	0,574 ^A	9,716 ^D	0,243 ^A	0,923 ^A
	90	12,142 ^B	1,056 ^A	32,957 ^B	0,568 ^A	9,537 ^A	0,256	0,899 ^A
StHP45	1	12,060	1,068	33,899 ^B	0,575 ^{AB}	9,559 ^{AB}	0,243 ^A	0,903 ^A
	15	12,518	1,100	33,245 ^C	0,581 ^A	9,677	0,227 ^A	0,945 ^A
	30	12,119 ^{BC}	1,064	32,981 ^B	0,570	9,573 ^B	0,264 ^A	0,920 ^A
	60	12,153 ^B	1,069 ^{CD}	33,313 ^{DE}	0,573 ^A	9,688 ^{CD}	0,237 ^A	0,915 ^A
	90	12,105 ^B	1,060 ^{AB}	32,920 ^B	0,567 ^A	9,546 ^A	0,246	0,903 ^A
LeuSt45	1	12,109	1,076	33,427 ^{cB}	0,572 ^{bcAB}	9,567 ^{abAB}	0,214 ^A	0,914 ^A
	15	12,110	1,063	32,860 ^{aBC}	0,564 ^{aA}	9,512 ^a	0,259 ^{AB}	0,936 ^A
	30	12,101 ^{BC}	1,063	32,942 ^{abB}	0,566 ^{ab}	9,513 ^{aAB}	0,244 ^A	0,931 ^A
	60	12,133 ^B	1,067 ^{BCD}	33,138 ^{abcCD}	0,572 ^{bcA}	9,583 ^{aB}	0,231 ^A	0,911 ^A
	90	12,125 ^B	1,068 ^C	33,200 ^{bcC}	0,575 ^{cB}	9,699 ^{bB}	0,244	0,923 ^B
StHP40	1	12,245 ^b	1,072 ^b	33,116 ^B	0,577 ^{cAB}	9,571 ^{bAB}	0,244 ^A	0,931 ^A
	15	12,080 ^a	1,062 ^a	32,968 ^B	0,569 ^{aA}	9,590 ^b	0,262 ^B	0,926 ^A
	30	12,143 ^{aC}	1,065 ^{ab}	33,018 ^B	0,570 ^{ab}	9,497 ^{aA}	0,246 ^A	0,912 ^A
	60	12,075 ^{aB}	1,060 ^{aAB}	33,014 ^C	0,568 ^{aA}	9,602 ^{bBC}	0,234 ^A	0,916 ^A
	90	12,112 ^{aB}	1,066 ^{abBC}	33,198 ^C	0,576 ^{bcB}	9,710 ^{cB}	0,235	0,928 ^B
HP40	1	12,905	1,113	33,155 ^B	0,564 ^A	9,197 ^A	0,219 ^A	0,895 ^A
	15	12,106	1,058	32,687 ^B	0,558 ^A	9,389	0,267 ^B	0,919 ^A
	30	12,086 ^B	1,085	32,920 ^B	0,569	9,457 ^A	0,229 ^A	0,890 ^A
	60	12,091 ^B	1,062 ^{AB}	33,054 ^C	0,574 ^A	9,640 ^{BC}	0,240 ^A	0,900 ^A
	90	12,101 ^B	1,062 ^{BC}	33,084 ^C	0,572 ^B	9,681 ^B	0,246	0,909 ^{AB}
LeuSt40	1	12,111	1,062	32,876 ^{bB}	0,566 ^{abAB}	9,504 ^{AB}	0,257 ^A	0,927 ^A
	15	12,153	1,067	33,138 ^{cC}	0,570 ^{ba}	9,583	0,252 ^{AB}	0,914 ^A
	30	12,039 ^B	1,056	32,747 ^{aB}	0,564 ^a	9,470 ^A	0,264 ^A	0,921 ^A
	60	12,075 ^B	1,058 ^A	32,723 ^{aB}	0,562 ^{aA}	9,447 ^A	0,264 ^A	0,896 ^A
	90	12,115 ^B	1,059 ^{AB}	32,925 ^{bB}	0,569 ^{ba}	9,523 ^A	0,238	0,906 ^{AB}
K	1	11,141	1,116	29,937 ^A	0,612 ^C	11,395 ^C	0,342 ^B	1,141 ^B
	15	11,363	1,138	29,389 ^A	0,631 ^B	11,473	0,354 ^C	1,137 ^B
	30	10,979 ^A	1,097	29,355 ^A	0,605	11,203 ^C	0,341 ^B	1,122 ^B
	60	11,030 ^A	1,099 ^E	29,541 ^A	0,613 ^B	11,226 ^E	0,362 ^B	1,113 ^B
	90	11,004 ^A	1,096 ^D	29,559 ^A	0,607 ^C	11,343 ^C	0,331	1,111 ^C

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c: Aynı sütunda, aynı örnekte farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D:** Aynı sütunda, aynı depolama gününde, farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.12 Farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen Mihaliç peynirlerinin yağ asitleri kompozisyonu (doymamış yağ asitleri)(%).

	Gün	C14:1	C15:1	C16:1	C17:1	C18:1n9t	C18:1n9c	C18:2n6t	C18:2n6c	C18:3n3	C20:1n9
HP45	1	1,069 ^b	0,373 ^B	0,519 ^{AB}	0,243 ^B	3,201 ^{cC}	20,450 ^{cC}	0,216 ^{BC}	2,354	0,034 ^a	0,119 ^{aAB}
	15	1,084 ^{cB}	0,336 ^A	0,500 ^A	0,242	3,167 ^{ba}	20,206 ^{bb}	0,255 ^B	2,408	0,031 ^a	0,120 ^{aB}
	30	1,072 ^{bb}	0,336 ^A	0,504 ^A	0,238 ^A	3,148 ^{abA}	19,991 ^{abA}	0,252	2,307 ^A	0,034 ^a	0,111 ^{aA}
	60	1,063 ^{abBC}	0,340 ^{AB}	0,524 ^A	0,239	3,131 ^{aA}	20,115 ^{ba}	0,233	2,329	0,034 ^a	0,115 ^{aA}
	90	1,058 ^{aB}	0,356 ^A	0,513	0,236	3,268 ^{dB}	19,785 ^{aA}	0,214	2,363	0,046 ^b	0,162 ^{bAB}
StHP45	1	1,069	0,346 ^{AB}	0,498 ^{aA}	0,214 ^{aA}	3,135 ^B	19,963 ^{AB}	0,149 ^A	2,315	0,043	0,139 ^D
	15	1,093 ^B	0,347 ^A	0,527 ^{bb}	0,245 ^b	2,947 ^A	19,995 ^{AB}	0,227 ^B	2,333	0,038	0,101 ^A
	30	1,071 ^B	0,336 ^A	0,500 ^{aA}	0,237 ^{ba}	3,148 ^A	19,988 ^A	0,189	2,309 ^A	0,035	0,112 ^{AB}
	60	1,067 ^{BC}	0,341 ^{AB}	0,538 ^{ba}	0,240 ^b	3,183 ^A	20,180 ^A	0,255	2,387	0,033	0,118 ^A
	90	1,068 ^{DE}	0,353 ^A	0,549 ^b	0,236 ^b	3,102 ^A	19,884 ^{AB}	0,232	2,305	0,042	0,116 ^A
LeuSt45	1	1,080 ^c	0,340 ^{ba}	0,548 ^{cBC}	0,221 ^{aA}	3,060 ^{aA}	20,316 ^{bBC}	0,141 ^A	2,366 ^c	0,045	0,110 ^A
	15	1,076 ^{bb}	0,334 ^{aA}	0,493 ^{aA}	0,239 ^b	3,143 ^{ba}	19,985 ^{aAB}	0,260 ^B	2,318 ^{ab}	0,034	0,123 ^{BC}
	30	1,077 ^{bBC}	0,337 ^{abA}	0,497 ^{abA}	0,240 ^{ba}	3,144 ^{ba}	20,149 ^{abB}	0,178	2,339 ^{baB}	0,033	0,114 ^{AB}
	60	1,069 ^{aBC}	0,339 ^{abAB}	0,526 ^{abcA}	0,238 ^b	3,152 ^{ba}	19,990 ^{Aa}	0,239	2,315 ^a	0,037	0,107 ^A
	90	1,071 ^{aE}	0,377 ^{cA}	0,533 ^{bc}	0,240 ^b	3,180 ^{cAB}	20,297 ^{bc}	0,212	2,336 ^{ab}	0,031	0,118 ^A
StHP40	1	1,089 ^c	0,338 ^{abA}	0,516 ^{AB}	0,240 ^B	3,178 ^B	20,304 ^{BC}	0,254 ^{CD}	2,347	0,038	0,113 ^{AB}
	15	1,071 ^{aB}	0,336 ^{aA}	0,497 ^A	0,239	3,161 ^A	20,165 ^B	0,257 ^B	2,329	0,033	0,117 ^B
	30	1,081 ^{bc}	0,334 ^{aA}	0,536 ^C	0,255 ^A	3,109 ^A	20,040 ^B	0,214	2,331 ^{AB}	0,038	0,114 ^{AB}
	60	1,064 ^{aBC}	0,342 ^{ba}	0,510 ^A	0,240	3,156 ^A	20,038 ^A	0,252	2,317	0,039	0,111 ^A
	90	1,064 ^{aCD}	0,380 ^{cA}	0,517	0,239	3,177 ^{AB}	20,225 ^B	0,234	2,340	0,037	0,123 ^A
HP40	1	1,124	0,369 ^A	0,511 ^{baB}	0,234 ^{AB}	2,977 ^A	19,714 ^A	0,235 ^D	2,230	0,054	0,122 ^B
	15	1,076 ^B	0,332 ^A	0,490 ^{aA}	0,224	3,172 ^A	19,657 ^A	0,257 ^B	2,260	0,053	0,105 ^{AB}
	30	1,102 ^C	0,344 ^A	0,526 ^{bb}	0,243 ^A	3,160 ^A	20,365 ^A	0,245	2,384 ^C	0,042	0,130 ^B
	60	1,058 ^B	0,359 ^B	0,516 ^{ba}	0,236	3,146 ^A	20,006 ^A	0,252	2,309	0,036	0,111 ^A
	90	1,061 ^{BC}	0,374 ^A	0,521 ^b	0,237	3,191 ^{AB}	20,034 ^B	0,232	2,339	0,035	0,114 ^A
LeuSt40	1	1,078	0,333 ^{aA}	0,499 ^{aA}	0,240 ^B	3,143 ^B	20,162 ^{BC}	0,261 ^D	2,462	0,036	0,130 ^{CD}
	15	1,076 ^B	0,336 ^{aA}	0,538 ^{cC}	0,240	3,173 ^A	20,139 ^B	0,257 ^B	2,327	0,032	0,113 ^{AB}
	30	1,075 ^{BC}	0,335 ^{aA}	0,503 ^{aA}	0,238 ^A	3,138 ^A	20,087 ^B	0,253	2,337 ^{AB}	0,028	0,115 ^{AB}
	60	1,071 ^C	0,332 ^{aA}	0,498 ^{aA}	0,233	3,165 ^A	19,832 ^A	0,237	2,304	0,033	0,108 ^A
	90	1,069 ^E	0,378 ^{ba}	0,538 ^b	0,159	3,172 ^{AB}	19,967 ^{AB}	0,210	2,317	0,039	0,148 ^A
K	1	1,022	0,424 ^{aC}	0,567 ^C	0,248 ^B	3,567 ^D	24,178 ^{bd}	0,190 ^B	2,401	0,046	0,140 ^D
	15	1,023 ^A	0,433 ^{abB}	0,583 ^D	0,263	3,480 ^B	23,638 ^{aC}	0,190 ^A	2,353	0,041	0,140 ^C
	30	1,018 ^A	0,415 ^{aB}	0,553 ^C	0,261 ^B	3,534 ^B	23,597 ^{aC}	0,193	2,354 ^{BC}	0,031	0,140 ^C
	60	1,012 ^A	0,417 ^{aC}	0,582 ^B	0,234	3,614 ^B	23,476 ^{aB}	0,196	2,335	0,040	0,140 ^B
	90	1,003 ^A	0,461 ^{bb}	0,616	0,239	3,629 ^C	23,525 ^{ad}	0,184	2,330	0,053	0,200 ^B

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir.

HP40: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir.

StHP45: %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir.

StHP40: %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir.

LeuSt45: %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir.

LeuSt40: %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir.

K: Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c: Aynı sütunda, aynı örnekte farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D:** Aynı sütunda, aynı depolama gününde, farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Haşlama sıcaklıklarının yağ asitlerine etkisine baktığımızda ise genel olarak aynı kültür kombinasyonunun kullanıldığı peynirlerin aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Ancak kısa zincirli yağ asitlerinden kaproik asit (C6:0) ve kaprilik asit (C8:0) oranları bakımından örnekler olgunlaşmanın 60. günü farklı gruplarda yer almıştır. Buna göre HP45-HP40 peynirlerinden HP40'ın, StHP45-StHP40 peynirlerinden StHP40'ın, LeuSt45-LeuSt40 örneklerinden ise LeuSt40'ın daha yüksek kaproik asit ve kaprilik asit miktarına sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kaproik ve kaprilik asit miktarlarına haşlama sıcaklıklarının yalnızca olgunlaşmanın sonunda etkisi olduğu ve 40°C'de haşlanan peynirlerin olgunlaşmanın 60. günlerinde bu yağ asitleri miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer bir kısa zincirli yağ asidi olan bütirik asit (C4:0) miktarına ise haşlama sıcaklıklarının etkisi LeuSt45-LeuSt40 ve StHP45-StHP40 örnekleri için 30. günden itibaren önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklı gruplarda yer alan peynir örneklerinden LeuSt40 peyniri LeuSt45'e göre, StHP45 peyniri ise StHP40'a göre daha yüksek bütirik asit oranına sahiptir. HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın yalnızca son gününde farklı gruplarda yer almışlardır. Söz konusu peynir örneklerinden HP40'ın HP45'e göre daha yüksek bütirik asit miktarına sahip olduğu görülmektedir. Kısa zincirli yağ asitleri olgunlaşma süresince lipolitik aktivite sonucu oluşmakta ve propiyonik asit bakterilerinin lipolize önemli katkısı olmaktadır (Fröhlich et al., 1993).

Orta zincirli yağ asitleri miktarlarına bakıldığında ise haşlama sıcaklığının peynir örneklerini genel olarak önemli derecede etkilemediği görülmektedir. Buna göre kaprik asit (C10) miktarları bakımından olgunlaşmanın 60. gününde HP45-HP40 örnekleri, olgunlaşmanın 30. gününde ise yalnızca StHP45-StHP40 örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. Her iki peynir grubunda da 40°C'de haşlanan peynirlerin kaprik asit miktarlarının yüksek olduğu görülmüştür. Haşlama sıcaklıkları diğer önemli orta zincirli yağ asitlerinden olan laurik (C12:0) ve miristik asit (C14:0) miktarlarını önemli derecede etkilememiş, aynı kültür kombinasyonu ile üretilen peynir örnekleri her dönem aynı grupta yer almışlardır.

Yağ asitleri kompozisyonu içinde en yüksek % orana sahip olan palmitik asit (C16:0) miktarı bakımından HP45-HP40 ve StHP45-StHP40 örnekleri olgunlaşmanın 15., 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. Olgunlaşmanın 15. ve 60. günlerinde 45°C'de haşlanan peynirler olan HP45 ve StHP45, HP40 ve StHP40'a göre daha yüksek miktarda palmitik asit içerirken, olgunlaşmanın 90. gününde 40°C'de haşlanan peynirler olan HP40 ve StHP40'ın

palmitik asit miktarları daha yüksektir. LeuSt45-LeuSt40 peynirleri ise olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almıştır. Palmitik asit miktarı 45°C’de haşlanan peynir olan LeuSt45 örneğinde LeuSt40’a göre daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Diğer bir uzun zincirli yağ asidi olan stearik asit (C18:0) miktarına göre HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın 15. günü hariç her döneminde farklı gruplarda yer almışlardır. HP45 örneğinin bu günlerin hepsinde HP40 örneğine göre daha yüksek miktarda stearik asit içerdiği görülmektedir. StHP45-StHP40 örnekleri olgunlaşmanın 30. ve 90., LeuST45-LeuST40 örnekleri ise olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. Yağ asitleri içinde palmitik asitten sonra ikinci en büyük % miktara sahip olan oleik asit miktarlarına göre HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın son gününde, StHP45-StHP40 örnekleri olgunlaşmanın 30. gününde, LeuST45-LeuST40 örnekleri ise olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. Bu günlerde genellikle 45°C’de haşlanan peynirlerin oleik asit miktarları daha yüksekken, yalnızca StHP45-StHP40 örneklerinde olgunlaşmanın 30. gününde 40°C’de haşlanan peynir olan StHP40 örneğinde oleik asit miktarı daha fazladır. Linoeik asit miktarı ise StHP45-StHP40 örneklerinde yalnızca olgunlaşmanın 30. günde önemli bir farklılık göstermiştir. Özellikle orta ve uzun zincirli yağ asitleri miktarları kısa zincirli yağ asitlerinin aksine lipolitik aktiviteden önemli derecede etkilenmemiş ve olgunlaşma süresince farklı haşlama sıcaklıkları kullanılarak üretilen peynirlerde miktarları genel olarak önemli değişiklik göstermemiştir. Peynirlerde lipoliz düzeyinin belirlenmesinde genellikle kısa zincirli yağ asitlerinin miktarları dikkate alınmaktadır (Güler ve Uraz, 2003; Hayaloğlu ve Özer, 2011).

4.12. Mihaliç Peynirlerinde Organik Asit Miktarları

Serbest organik asitler pek çok metabolik olaya iştirak ederler. Bunlar yağın lipolizinde, proteinin proteolizinde ve karbonhidratların glikolizinde meydana gelen önemli koku ve tat bileşenleridirler. Organik asitler, fermantasyon olaylarının ve mikrobiyolojik kalitenin göstergesi olup, peynir hatalarının belirlenmesinde de kullanılabilir (Öztek, 1985).

Bu nedenle organik asitlerle ilgili pek çok araştırma yapılmıştır, farklı peynir çeşitlerinde organik asit kompozisyonları belirlenmiştir (Akalin et al., 1997; Lues, 2000; Dinkçi, 2006). Bazı araştırmacılar da peynir üretiminde kültür

kullanımının organik asit üretimine etkilerini incelemiştir (Skei et al., 2001; Manolaki et al., 2006).

Çalışmamızda da propiyonik asit, süksinik asit, sitrik asit, ürik asit, asetik asit, laktik asit ve formik asit gibi çeşitli organik asitler incelenmiştir. Mihaliç peyniri örneklerinin propiyonik asit miktarları ve propiyonik asit miktarlarında olgunlaşma boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.13 ve Şekil 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Mihaliç Peyniri örneklerinin propiyonik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g)

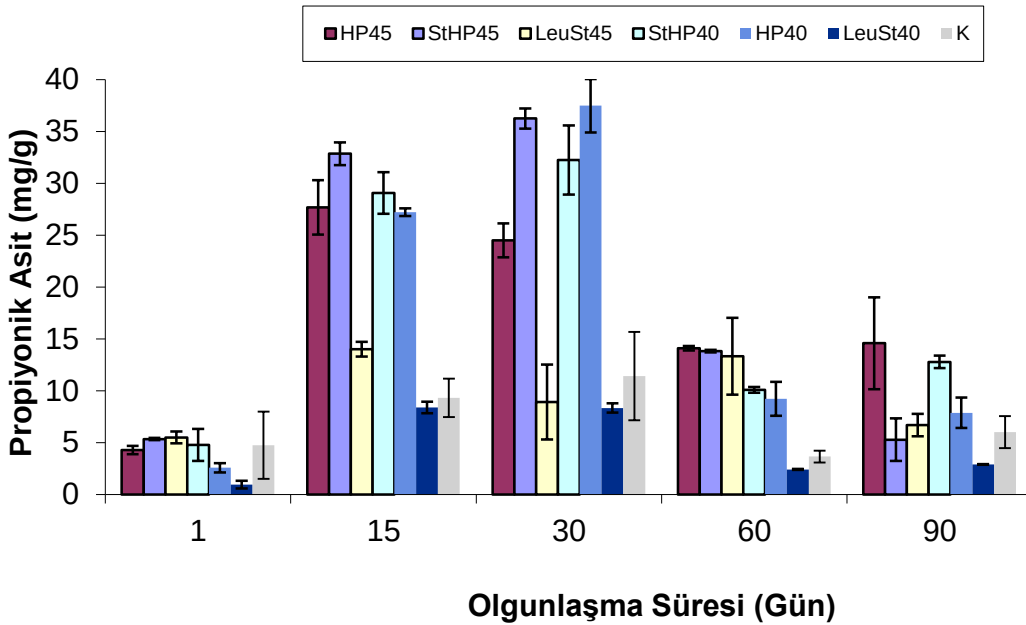
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	4,28±0,39 ^a	5,34±0,10 ^a	5,49±0,57	4,77±1,54 ^a	2,57±0,46 ^a	0,95±0,37 ^a	4,74±3,24
15	27,67±2,62 ^{cC}	32,85±1,10 ^{cD}	14,00±0,71 ^B	29,06±2,01 ^{bC}	27,21±0,37 ^{cC}	8,37±0,55 ^{cA}	9,30±1,86 ^A
30	24,49±1,63 ^{cB}	36,24±0,97 ^{cBC}	8,91±3,62 ^A	32,24±3,33 ^{bBC}	37,48±2,57 ^{dC}	8,33±0,45 ^{cA}	11,42±4,25 ^A
60	14,10±0,21 ^{bD}	13,81±0,86 ^{bD}	13,33±3,71 ^{CD}	10,08±0,29 ^{aBC}	9,22±1,63 ^{bB}	2,41±0,04 ^{bA}	3,64±0,56 ^A
90	14,58±4,43 ^{bC}	5,27±2,05 ^{aAB}	6,69±3,97 ^B	12,77±0,6 ^{aBC}	7,87±1,46 ^{bAB}	2,88±0,03 ^{bA}	6,00±1,55 ^{AB}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır

Olgunlaşma süresinin örneklerin propiyonik asit miktarı üzerindeki etkisi kontrol örneği hariç önemli bulunmuştur (p<0,05). Özellikle olgunlaşmanın 15. ve 30. günleri propiyonik asit miktarlarında meydana gelen ani artış nedeniyle olgunlaşmanın diğer günlerinden önemli ölçüde ayrılmaktadır. Olgunlaşma başında örnekler arasında propiyonik asit miktarı bakımından farkın önemli olmadığı, olgunlaşmanın ilerleyen zamanlarında ise bu farkın önemli olduğu görülmektedir (p<0,05). Çizelge 4.13. incelendiğinde en yüksek propiyonik asit miktarının olgunlaşmanın 30. gününde propiyonik asit bakteri kültürünün

kullanıldığı HP45, StHP45, StHP40 ve HP40 peynirlerinde olduğu görülmektedir. Bu durum propiyonik asit bakterilerinin temel metabolit olarak laktik asitten propiyonik asit üretmeleriyle açıklanabilir. Bilindiği gibi propiyonik asit bakterileri laktik asitten propiyonik asit, asetik asit, H₂O ve CO₂ üretmekte, meydana gelen CO₂ de İsviçre tipi peynirlerde tipik gözenek oluşumuna neden olmaktadır. Park and Drake (2005) peynir örneklerinde propiyonik asit miktarının zamanla önemli oranda bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Manolaki et al. (2006) da Feta peynirinde propiyonik asitin bu peynir için tipik bir organik asit olmamasına rağmen olgunlaşmanın 2. gününden sonra artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Lues and Berker (2002) de Cheddar peyniri ile yaptıkları çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Ancak olgunlaşmanın 60. gününde örneklerin propiyonik asit miktarlarında azalma meydana gelmiş ve olgunlaşma sonunda peynirlerin propiyonik asit miktarı olgunlaşma başına göre artmış olsa da, olgunlaşmanın 15. ve 30. gününe göre önemli oranda azalmıştır. StHP45, LeuSt45 örneklerinde bu azalma olgunlaşma sonuna kadar devam etmiştir. Bu durum peynir örneklerinin vakum ambalajlı olarak olgunlaşmasına bağlanabilir. Nitekim Andıç et al. (2011) ambalaj farklılığının peynirde biyojenik aminler ve organik asit miktarları üzerine etkisini araştırdığı çalışmalarında, peynirleri 180 gün olgunlaştırmış ve vakum yapılmayan örneklerde propiyonik asit miktarının zamanla azaldığını belirtmişlerdir. Vakum ambalajlı peynirlerde ise propiyonik asit olgunlaşmanın 30. gününden itibaren tespit edilememiştir.



Şekil 4.15. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince propiyonik asit miktarlarındaki değişim.

Çizelge 4.14. ve Şekil 4.16.'de peynir örneklerinin süksinik asit miktarlarında meydana gelen değişim olgunlaşma boyunca verilmiştir. *Lactobacilli* genusunun belirli türleri süksinik asit üretmekte ya da tüketmektedirler (Ocando et al., 1993). Olgunlaşma süresinin süksinik asit miktarları üzerindeki etkisi yalnızca StHP45 ve LeuSt45 örnekleri için önemli bulunmuştur. Diğer peynirler için olgunlaşma süresince önemli bir değişim belirlenmemiştir ($p>0,05$). Çizelge incelendiğinde HP45 ve HP40 örneklerinin olgunlaşma başında ve sonunda en yüksek süksinik asit değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu peynirlerde süksinik asit miktarında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Bu duruma benzer şekilde *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*'nin kullanıldığı İsviçre tipi ve diğer tip peynirlerde propiyonik asit bakterilerinin aspartik asit katabolizmasına bağlı olarak yüksek miktarda süksinat ürettiği bildirilmiştir (Ertekin ve Seydim, 2009). Süksinik asit miktarı bakımından örnekler arasında olgunlaşmanın 15. gününden itibaren önemli oranda fark olduğu görülmektedir.

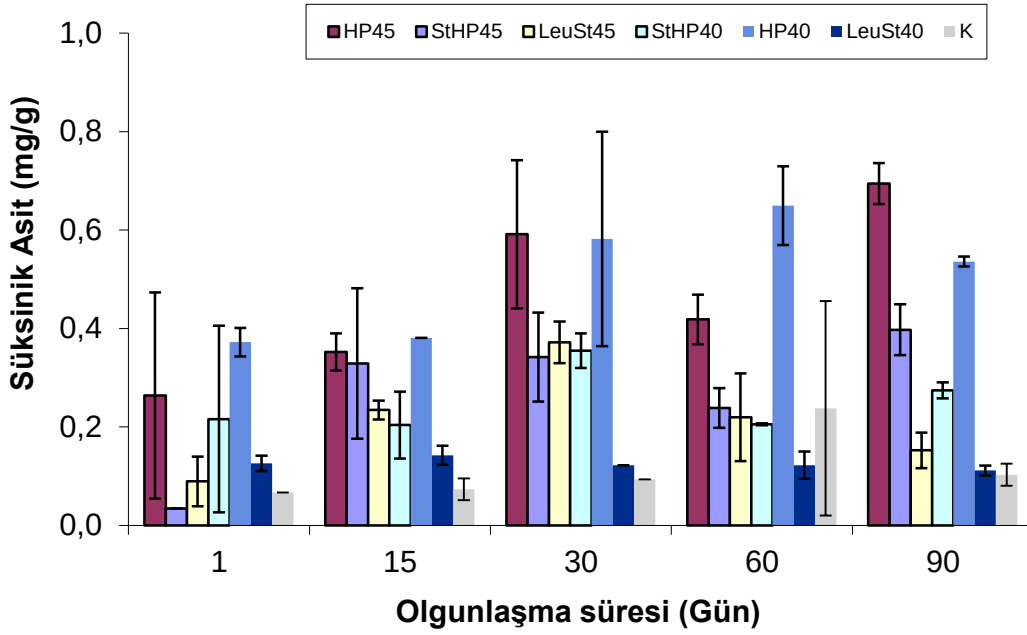
Çizelge 4.14. Mihaliç Peyniri örneklerinin süksinik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g)

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	0,26±0,21	0,03±0,00 ^a	0,09±0,05 ^a	0,22±0,19	0,37±0,03	0,13±0,02	0,07±0,00
15	0,35±0,04 ^{BC}	0,33±0,15 ^{bBC}	0,23±0,02 ^{bABC}	0,20±0,07 ^{AB}	0,38±0,00 ^C	0,14±0,02 ^A	0,07±0,02 ^A
30	0,59±0,15 ^C	0,34±0,09 ^{bABC}	0,37±0,04 ^{cBC}	0,36±0,04 ^{ABC}	0,58±0,22 ^C	0,12±0,00 ^{AB}	0,09±0,00 ^A
60	0,42±0,05 ^{BC}	0,24±0,04 ^{bAB}	0,22±0,09 ^{abAB}	0,21±0,00 ^{AB}	0,65±0,08 ^C	0,12±0,03 ^A	0,24±0,22 ^{AB}
90	0,69±0,04 ^E	0,40±0,05 ^{bC}	0,15±0,04 ^{abA}	0,27±0,02 ^B	0,54±0,01 ^D	0,11±0,01 ^A	0,10±0,02 ^A

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.16. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince süksinik asit miktarlarındaki değişim.

Çizelge 4.15. ve Şekil 4.17.'de Mihaliç peyniri örneklerinin sitrik asit miktarlarına bağlı değişimleri görülmektedir. Olgunlaşma süresinin yalnızca HP45 ve K örneklerinin sitrik asit düzeylerini önemli düzeyde etkilediği görülmektedir ($p < 0,05$). Olgunlaşma boyunca sitrik asit miktarlarında genel olarak düzensiz değişimlerin meydana geldiği görülmüştür. Sitrik asit miktarlarında meydana gelen düzensiz değişimler sitrat metabolizmasıyla açıklanabilir. Sitrat starter bakteriler tarafından pirüvik ve asetik asit üretimi için substrat olarak kullanılabilir (Adda et al., 1982). Özellikle *Leuconostoc* spp. ve Cit+ bakteriler tarafından metabolize edilen sitrat, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* gibi laktobasil türleri tarafından da metabolize edilebilmektedir. Mc Sweeney and Fox (2004), Cheddar peynirinde bu iki bakterinin sitratı parçaladığını belirtmişlerdir. Lombardi et al. (1994) de peynirde olgunlaşma süresince organik asit değişimini inceledikleri çalışmalarında sitrik asidin düzensiz değişimler gösterdiğini belirtmişler, bu durumun sitrat metabolizmasıyla ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.

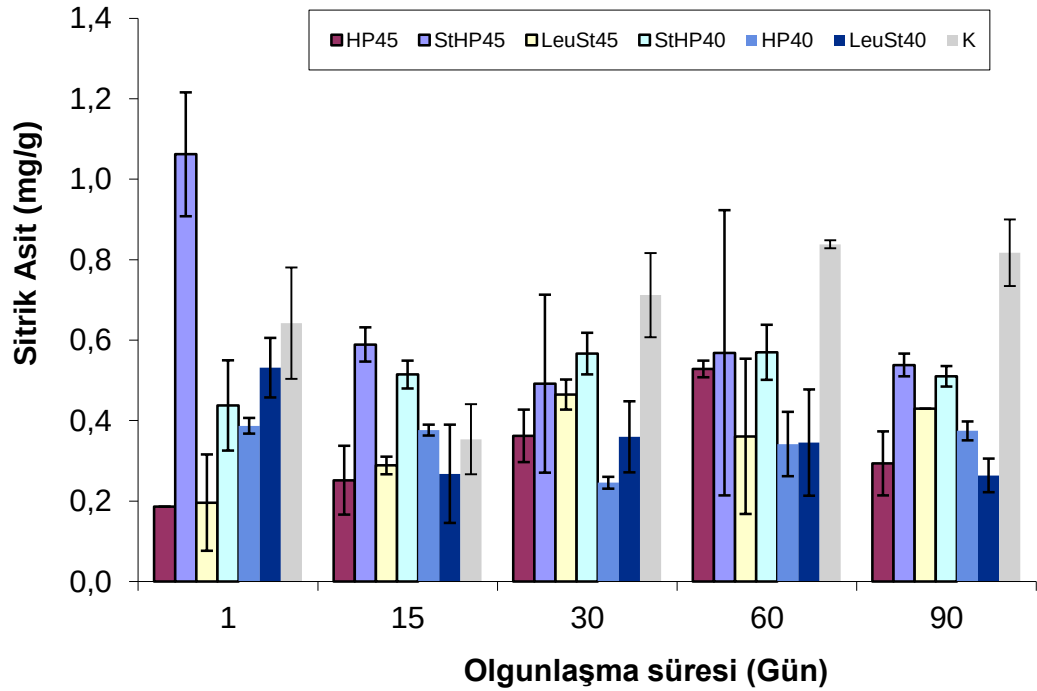
Çizelge 4.15. Mihaliç Peyniri örneklerinin sitrik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g)

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	0,19±0,00 ^{aA}	1,06±0,15 ^C	0,20±0,12 ^A	0,44±0,11 ^{AB}	0,39±0,02 ^{AB}	0,53±0,07 ^B	0,64±0,14 ^{Bb}
15	0,25±0,09 ^{abA}	0,59±0,04 ^C	0,29±0,02 ^A	0,51±0,03 ^{BC}	0,38±0,01 ^{AB}	0,27±0,12 ^A	0,35±0,09 ^{Aab}
30	0,36±0,07 ^{bAB}	0,49±0,22 ^{ABC}	0,46±0,04 ^{ABC}	0,57±0,05 ^{BC}	0,25±0,01 ^A	0,36±0,09 ^{AB}	0,71±0,10 ^{bc}
60	0,53±0,02 ^c	0,57±0,35	0,36±0,19	0,57±0,07	0,34±0,08	0,35±0,13	0,84±0,01 ^b
90	0,29±0,08 ^{abA}	0,54±0,03 ^C	0,43±0,00 ^{BC}	0,51±0,03 ^C	0,37±0,02 ^{AB}	0,26±0,04 ^A	0,82±0,08 ^{bd}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.17. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince sitrik asit miktarlarındaki değişim.

Örnekler arasında ise olgunlaşmanın 60. günü önemli farklar olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Çizelge 4.15 incelendiğinde olgunlaşma başında en yüksek sitrik asit değeri StHP45 örneğinde belirlenirken, olgunlaşma sonunda en yüksek değer kontrol örneğinde saptanmıştır.

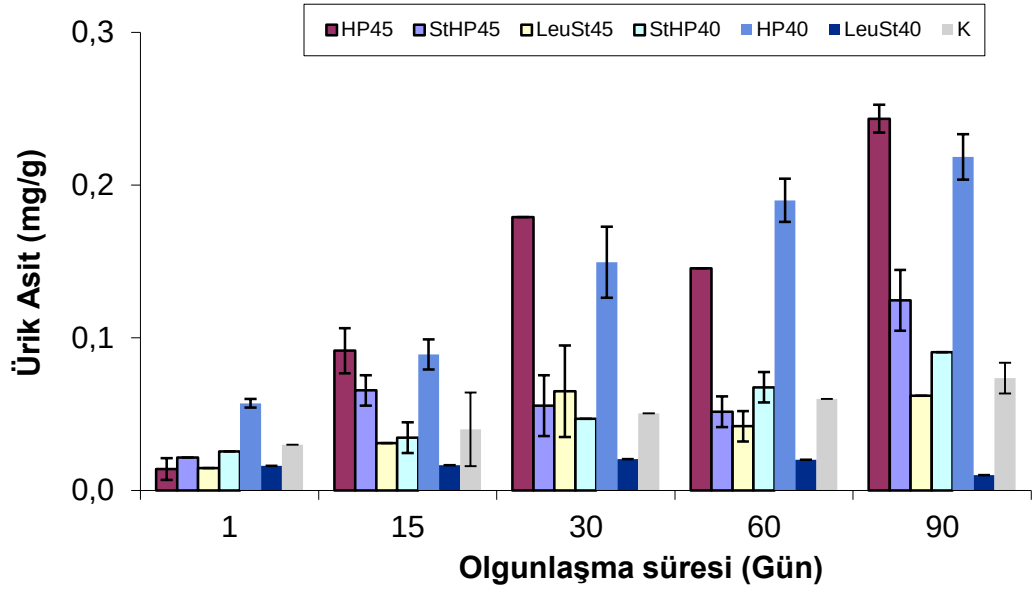
Mihaliç peynirlerinin ürik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.16. ve Şekil 4.18.'de verilmiştir. Olgunlaşma süresinin ürik asit miktarına etkisi kontrol örneği hariç tüm peynirlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ürik asit miktarı bakımından örnekler arasındaki farkın olgunlaşma süresince önemli olduğu görülmektedir. Ürik asit değerleri olgunlaşma süresince artış göstermiş olup, olgunlaşma sonunda en yüksek değerler HP45 ve HP40 örneklerinde saptanmış, bu örneklerde ürik asit miktarının diğer örneklerden çok daha fazla oranda bulunduğu belirlenmiştir. Akalın et al. (2002) de beyaz peynirde organik asit değişimini inceledikleri çalışmalarında olgunlaşma sonunda ürik asit miktarının en yüksek değere ulaştığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.16. Mihaliç Peyniri örneklerinin ürik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	0,01±0,01 ^{aA}	0,02±0,00 ^{aAB}	0,01±0,00 ^{aA}	0,03±0,00 ^{aBC}	0,06±0,00 ^{aD}	0,02±0,00 ^{bAB}	0,03±0,00 ^{BC}
15	0,09±0,01 ^{bC}	0,07±0,01 ^{bBC}	0,03±0,00 ^{abAB}	0,03±0,01 ^{aAB}	0,09±0,01 ^{aC}	0,02±0,00 ^{bA}	0,04±0,02 ^{AB}
30	0,18±0,00 ^{dC}	0,06±0,02 ^{abAB}	0,07±0,03 ^{bB}	0,05±0,00 ^{bAB}	0,15±0,02 ^{bC}	0,02±0,00 ^{bA}	0,05±0,00 ^{AB}
60	0,15±0,00 ^{cD}	0,05±0,01 ^{abBC}	0,04±0,01 ^{abB}	0,07±0,01 ^{cC}	0,19±0,01 ^{cE}	0,02±0,00 ^{bA}	0,06±0,00 ^{BC}
90	0,24±0,01 ^{eE}	0,12±0,02 ^{cD}	0,06±0,00 ^{bB}	0,09±0,00 ^{dC}	0,22±0,01 ^{cE}	0,01±0,00 ^{aA}	0,07±0,01 ^{BC}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d, e: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler $p<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D, E:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler $p<0,05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 4.18. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince ürik asit miktarlarındaki değişim.

Laktatın ve sitratın fermentasyonu, ya da bakterilerin aminoasit metabolizmasının ürünü olarak oluşan (Manolaki et al., 2006) asetik asit miktarları Çizelge 4.17. ve Şekil 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Mihaliç Peyniri örneklerinin asetik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g).

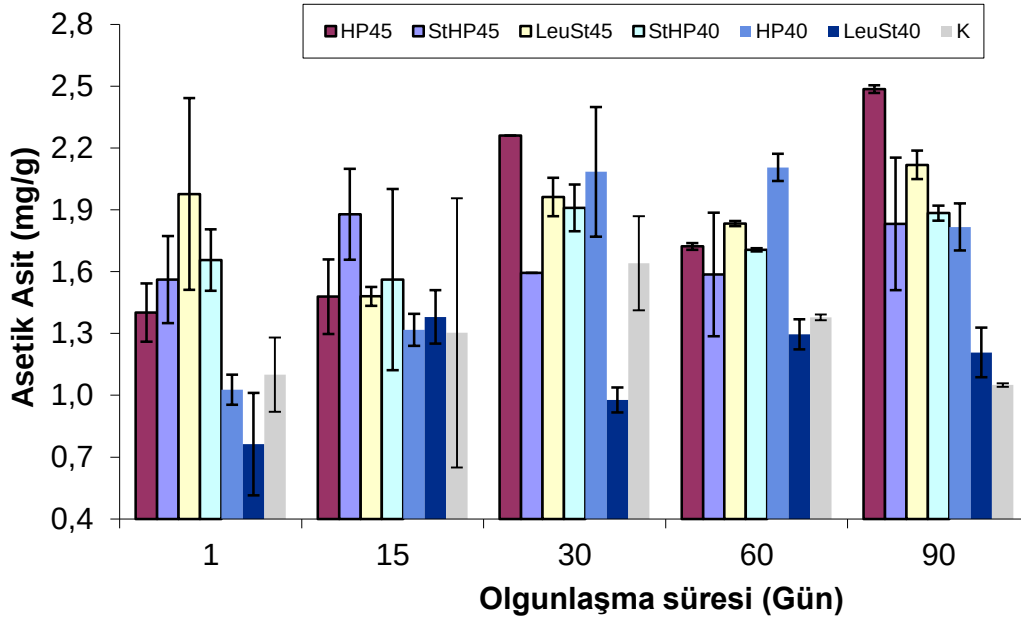
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	1,40±0,14 ^{aA}	1,56±0,21 ^A	1,98±0,47 ^{bB}	1,66±0,15 ^A	1,03±0,07 ^{aA}	0,76±0,25 ^{aA}	1,10±0,18 ^A
15	1,48±0,18 ^{ab}	1,88±0,22	1,48±0,05 ^a	1,56±0,44	1,32±0,08 ^a	1,38±0,13 ^c	1,30±0,65
30	2,26±0,00 ^{cC}	1,59±0,00 ^B	1,96±0,09 ^{aBC}	1,91±0,11 ^{BC}	2,08±0,31 ^{bc}	0,98±0,06 ^{abA}	1,64±0,23 ^B
60	1,72±0,02 ^{bb}	1,59±0,30 ^{AB}	1,83±0,01 ^{aBC}	1,71±0,01 ^B	2,11±0,07 ^{bc}	1,30±0,07 ^{bcA}	1,38±0,01 ^A
90	2,49±0,02 ^{cC}	1,83±0,32 ^B	2,12±0,07 ^{bb}	1,88±0,04 ^B	1,82±0,11 ^{bb}	1,21±0,12 ^{bcA}	1,05±0,01 ^A

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

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

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

Olgunlaşmanın asetik asit miktarına etkisi StHP45, StHP40 ve Kontrol örnekleri hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşmanın 15. günü dışında örneklerin asetik asit miktarları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma başında en yüksek asetik asit miktarı 1,98 mg/g ile LeuSt45 örneğinde görülmüştür. 90 günün sonunda ise 2,49 mg/g oranıyla HP45 örneğinde belirlenmiştir. Starter kültür kullanılarak üretilen peynirlerin LeuSt40 örneği dışında hepsinde asetik asit miktarı kontrol örneğine göre yüksektir. Bu durum söz konusu peynirlerde daha yüksek oranda serbest aminoasit bulunmasıyla ilgili olabilir. Serbest aminoasitler asetik asit oluşumu için öncü rol oynamaktadır (Micheaelidou et al., 2003). Asetik asit miktarı olgunlaşma sonunda ilk güne göre kontrol grubu hariç tüm örneklerde artmıştır. Manolaki et al. (2006) da Feta peynirinde organik asit değişimini inceledikleri çalışmalarında asetik asit miktarının olgunlaşma süresince önemli oranda arttığını belirtmişlerdir. Mallatou et al. (2003) ve Georgala et al. (2005) de çalışmalarında peynirlerde olgunlaşma süresince asetik asit miktarının arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.19. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince asetik asit miktarlarındaki değişim.

Mihaliç peynirlerine ait laktik asit içerikleri ve olgunlaşma boyunca değişimi Çizelge 4.18. ve Şekil 4.20’de verilmiştir. Örneklerdeki laktik asit miktarının araştırmada çalışılan diğer tüm organik asitlerden (formik asit, asetik asit, ürik asit, sitrik asit, süksinik asit, propiyonik asit) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Akalın et al. (2002), Ong and Shah (2009), Andıç vd. (2010) da

araştırmalarında laktik asitin diğer asitlerden daha yüksek miktarda tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Peynirde laktozun büyük kısmı (%98) peynir üretimi esnasında peyniraltı suyuna geçmektedir. Pıhtıda kalan %2 düzeyindeki laktoz ise laktik asit bakterileri aracılığıyla laktik aside dönüşerek peynir çeşidine de bağlı olarak pH'ı düşürmektedir. Starter bakterilerin ilk görevi olan laktozdan laktik asit üretimi sayesinde peynirde koliform grubu bakteriler inhibe olmakta, peynirde tat-aroma oluşumu sağlanmakta ve peynir kalitesi korunmaktadır (Akalin et al., 2002). Laktoz metabolizması İsviçre tipi peynirlerde de ilgi çeken bir konu olmuştur. Emmental peynirinde %1,7 civarında var olan laktoz *Streptococcus thermophilus*'un etkisiyle glukoz üzerinden L+ laktik aside metabolize olmakta, galaktoz ise laktobasiller tarafından D- ve L+ laktik aside dönüştürülmektedir. Bu peynirlerde laktoz metabolizması peynirin ilk olgunlaşma evresinde propiyonik asit bakterilerinin gelişimine kadar devam etmektedir (Fox et al., 1993; McSweeney and Fox, 2004).

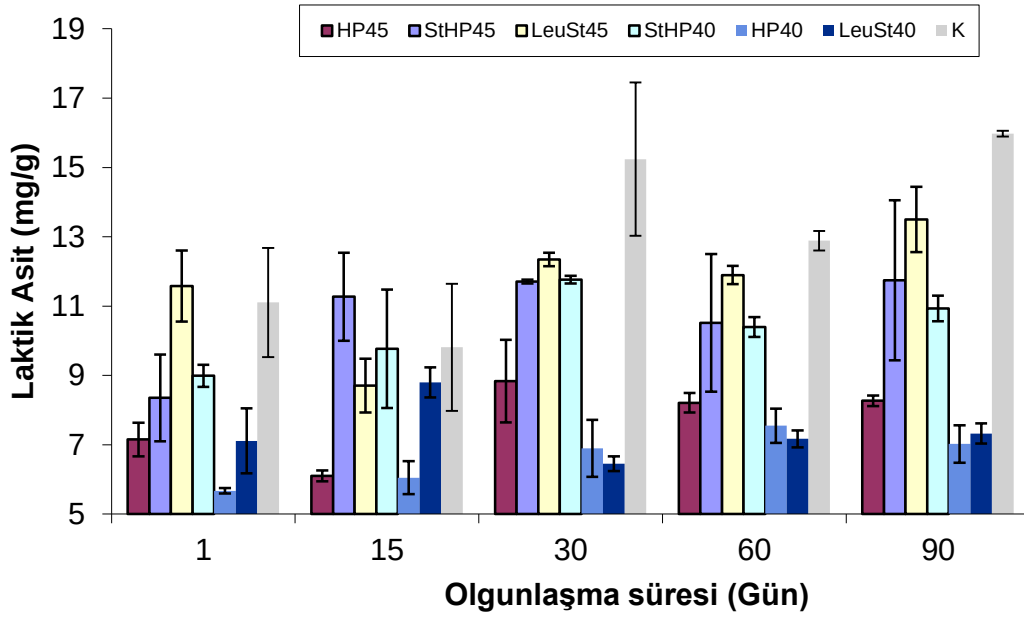
Çizelge 4.18. Mihaliç Peyniri örneklerinin laktik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	7,15±0,49 ^{abAB}	8,35±1,25 ^B	11,58±1,02 ^{bD}	8,99±0,32 ^{BC}	5,67±0,08 ^A	7,11±0,94 ^{aAB}	11,1±1,57 ^{AcD}
15	6,10±0,16 ^{aA}	11,27±1,27 ^B	8,71±0,78 ^{aAB}	9,77±1,71 ^B	6,05±0,47 ^A	8,8±0,43 ^{bAB}	9,81±1,83 ^{aB}
30	8,84±1,19 ^{cA}	11,71±0,06 ^B	12,34±0,2 ^{bB}	11,76±0,11 ^B	6,9±0,82 ^A	6,46±0,21 ^{aA}	15,24±2,21 ^{bC}
60	8,21±0,28 ^{bcA}	10,52±1,99 ^B	11,90±0,26 ^{bBC}	10,40±0,29 ^B	7,55±0,49 ^A	7,17±0,24 ^{aA}	12,89±0,28 ^{abC}
90	8,27±0,15 ^{bcA}	11,74±2,31 ^{BC}	13,5±0,94 ^{bC}	10,93±0,37 ^B	7,02±0,54 ^A	7,33±0,29 ^{aA}	15,98±0,08 ^{bD}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.20. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince laktik asit miktarlarındaki değişim.

Olgunlaşma süresinin laktik asit miktarlarına etkisi HP45, LeuSt45, LeuSt40 ve K örnekleri için önemli bulunurken ($p < 0,05$), StHP45, StHP40 ve HP40 örnekleri için önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Laktik asit miktarlarındaki artışın genel olarak propiyonik asit bakterilerinin kültür olarak kullanıldığı peynirlerde önemsiz çıkması propiyonik asit bakterilerinin laktatı metabolize ederek propiyonat oluşturmalarına bağlanabilir (Deborde, 2002). Örnekler arası farklılık ise olgunlaşma süresince önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Örneklerimizde en yüksek laktik asit değerleri LeuSt45 ve klasik yöntemle üretilen kontrol örneğinde belirlenmiştir. Örneklerimizin laktik asit miktarları ve titrasyon asitliklerine baktığımızda özellikle olgunlaşmanın sonunda titrasyon asitliği değerleri düşük olan HP40 ve LeuSt40 peynirlerinin laktik asit miktarlarının da düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19. ve Şekil 4.21.'de Mihaliç peynirlerinin olgunlaşma boyunca formik asit miktarlarındaki değişim verilmiştir. Olgunlaşmanın başlangıcında HP45, HP40 örneklerinde formik asit miktarında bir azalma gözlenirken, StHP45, LeuSt45, StHP40, LeuSt40 ve K örneklerinde bir artış gözlenmiştir. Bu durum laktozdan formik asit üreten *Streptococcus thermophilus*'un varlığıyla açıklanabilir. Buna rağmen olgunlaşma süresinin etkisi sadece StHP40 ve HP40 örneklerinde önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Peynirlerimizde örnekler arası farklılık olgunlaşmanın 60. günü hariç önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Akalın et al. (2002) salamuralı beyaz peynirde organik asit miktarlarındaki değişimi inceledikleri çalışmalarında formik asitin başlangıç seviyelerindeki artışı

Streptococcus thermophilus varlığına bağlamışlardır. Lombardi et al. (1994) ve Califano and Bevilacqua (1999) da çalışmalarında peynirde formik asit miktarında benzer bir artış meydana geldiğini belirtmişlerdir.

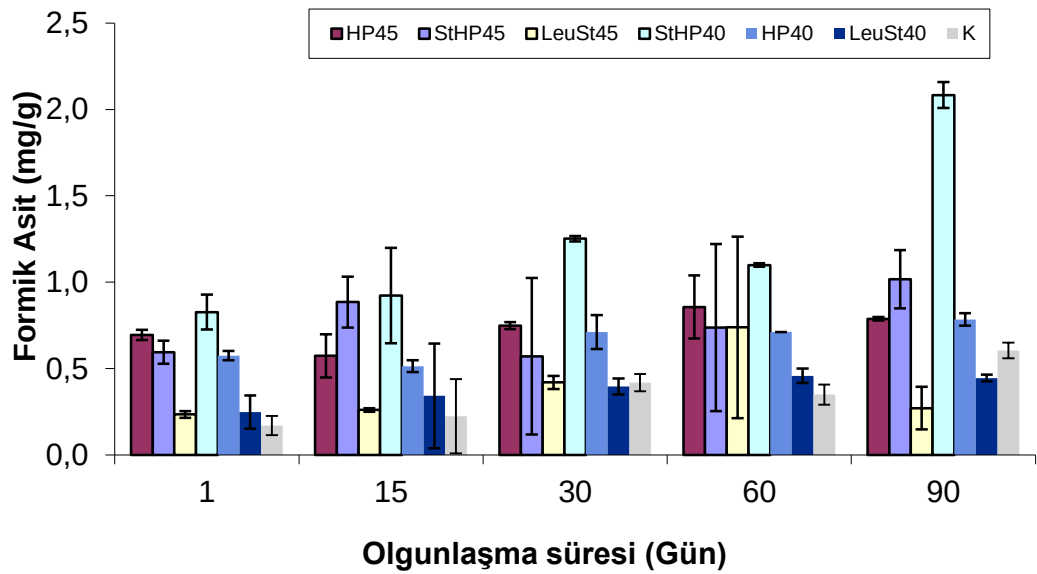
Çizelge 4.19. Mihaliç peyniri örneklerinin formik asit miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (mg/g).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	0,69±0,03 ^{BC}	0,59±0,07 ^B	0,23±0,02 ^A	0,83±0,1 ^{aC}	0,57±0,03 ^{aB}	0,25±0,10 ^A	0,17±0,06 ^A
15	0,57±0,13 ^{AB}	0,89±0,15 ^B	0,26±0,01 ^A	0,92±0,28 ^{abB}	0,51±0,03 ^{aAB}	0,34±0,30 ^A	0,22±0,21 ^A
30	0,75±0,02 ^A	0,57±0,45 ^A	0,42±0,04 ^A	1,25±0,02 ^{bb}	0,71±0,10 ^{ba}	0,40±0,05 ^A	0,42±0,05 ^A
60	0,86±0,18	0,74±0,48	0,74±0,53	1,10±0,01 ^{ab}	0,71±0,00 ^b	0,46±0,04	0,35±0,06
90	0,79±0,01 ^C	1,02±0,17 ^D	0,27±0,12 ^A	2,08±0,08 ^{cE}	0,78±0,04 ^{bc}	0,45±0,02 ^{AB}	0,60±0,04 ^{BC}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.21. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince formik asit miktarlarındaki değişim.

Haşlama sıcaklıklarının peynirlerin organik asit miktarları üzerine etkilerine bakıldığında genel olarak propiyonik asit hariç aynı kültür kombinasyonunun kullanıldığı peynirlerin aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Propiyonik asit miktarı bakımından olgunlaşmanın ilk günü tüm örnekler aynı grupta yer almıştır. HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. StHP45-StHP40 ve LeuSt45-LeuSt40 örnekleri ise olgunlaşmanın 15., 60. ve 90. günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. Süksinik asit miktarı bakımından HP45-HP40 ve StHP45-StHP40 örnekleri yalnızca olgunlaşmanın 90. gününde farklı gruplarda yer almışlardır. Sitrik asit miktarı göz önüne alındığında StHP45-StHP40 örnekleri sadece olgunlaşmanın ilk gününde, LeuSt45-LeuST40 örnekleri ise olgunlaşmanın ilk ve son günlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. Ürik asit, asetik asit ve laktik asit miktarları bakımından özellikle LeuSt45-LeuSt40 örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. Bu peynirlerden 45°C’de haşlanan peynir olan LeuSt45 peyniri genellikle olgunlaşmanın her döneminde daha yüksek miktarda ürik asik, asetik ve laktik asit miktarlarıyla dikkat çekmektedir. Laktik asit miktarının 45°C’de haşlanan peynirlerde yüksek çıkması kültür bakterilerinin sayısının ve faaliyetinin olgunlaşma boyunca LeuSt45 peynirinde yüksek olmasına bağlanabilir. LeuSt45 örneğinde 45°C’de haşlanan peynirlerde asetik asit miktarının yüksek olması ise olgunlaşmanın her döneminde propiyonik asit miktarının yüksek olmasına bağlanabilir. Asetik asit peynirde aminoasit katabolizması sonucu üretilebildiği gibi (Kaminarides et al., 2005), propiyonik asit fermentasyonu ile de oluşabilmektedir (Sheehan et al., 2007; Musullugil, 2009). Diğer örneklerde ise propiyonik asit miktarı olgunlaşma süresince farklı peynirlerde yüksek bulunmuştur. Ürik asit miktarına bakıldığında HP45-HP40 örnekleri olgunlaşmanın 1. ve 60., StHP45-StHP40 örnekleri ise olgunlaşmanın yalnızca son gününde farklı gruplarda yer almışlardır. Laktik asit miktarının HP45-HP40 ve StHP45-StHP40 örneklerinde haşlama sıcaklığından olgunlaşma dönemi boyunca etkilenmediği görülmektedir. Sheehan et al. (2007) çalışmasında çalışmamıza benzer şekilde haşlama sıcaklığının peynirlerin toplam laktik asit miktarını önemli derecede etkilemediğini, ancak D- ve L+ laktik asit miktarlarının olgunlaşma boyunca farklı sıcaklıklarda haşlanan peynirlerde önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Thomas and Crow’un (1983) çalışmaları da bu bulgularla uyum içindedir.

4.13. Mihaliç Peynirlerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Mihaliç peynirlerinin olgunlaşma boyunca *L. helveticus* sayılarında meydana gelen değişim Çizelge 4.20. ve Şekil 4.22.'de verilmiştir. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresinin *L. helveticus* sayısına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma boyunca genel olarak *L. helveticus* sayılarında azalma gözlenmiştir. Örnekler arasında *L. helveticus* sayıları bakımından fark olgunlaşmanın tüm günlerinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşmanın ilk gününde en yüksek *L. helveticus* sayısı HP45 örneğinde saptanırken, 90. günde en yüksek değer yine aynı örnekte belirlenmiştir. Starter otolizi peynirde proteolizi önemli ölçüde etkilemekte olup, bu istenilen tat-aromanın oluşması için önemlidir (Kiernan et al., 2000). Ayrıca peynirde starterler çok yüksek sayıya ulaştıklarında çeşitli tat kusuruna neden olabilmektedirler.

Peynirde starterlerin otolizi öncelikle muramidaz enzimi sayesinde olmakta, ayrıca peynirde NaCl konsantrasyonu, peynirde bulunan tuz değerleri, özellikle yüksek haşlama sıcaklığı gibi çeşitli üretim koşulları starter otolizini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Beresford et al., 2001). Porcellato et al. (2013) Dutch-type peynirlerde mikrobiyal dinamikleri inceledikleri çalışmalarında propiyonik asit bakteri kültürünün eklendiği peynirlerde *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayılarında büyük oranda bir düşme görüldüğünü belirtmişler, bunu da söz konusu peynirlerde yüksek propiyonik asit miktarına bağlamışlar, yüksek propiyonik asit miktarının diğer mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkisinin olabileceğini belirtmişlerdir. Sheehan et al. (2008) de araştırmalarında olgunlaşma süresi boyunca *L. helveticus* sayılarının benzer şekilde azaldığını belirtmişlerdir. Grana peynirinde *L. helveticus*'un otolizi Botazzi et al. (1992) tarafından da rapor edilmiştir. Valence et al. 1992 de benzer şekilde İsviçre tipi peynirlerde söz konusu bakterinin azaldığını bildirmişlerdir. Kiernan et al. (2000) de Cheddar peynirinde *L. helveticus*'un çok hızlı otoliz olduğunu ve bunun peynirde serbest aminoasit konsantrasyonunda çok önemli bir artışa neden olduğunu, söz konusu peynirlerde tat ve aromanın da geliştiğini belirtmişlerdir.

Sonuçlar haşlama sıcaklığı ve *L. helveticus*'un canlılığı açısından değerlendirildiğinde HP45 ve HP40 örneklerinin 15. ve 30. günlerde, StHP45 ve StHP40 örneklerinin ise 1.,15. ve 60. günlerde aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Sheehan et al. (2007) çalışmasında haşlama sıcaklığının artmasının *L. helveticus*'un canlılığını etkilemediğini belirtirken, Turner et al. (1983) de pıhtı

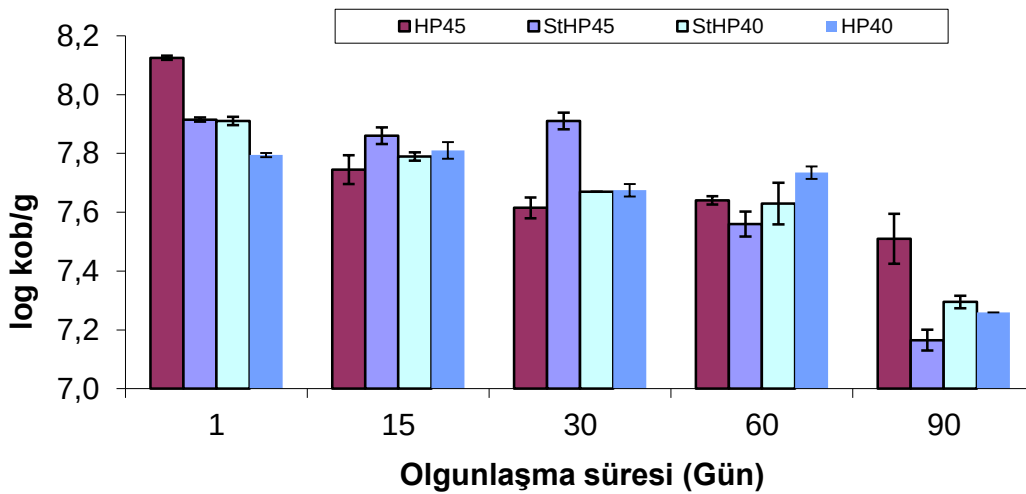
sıcaklığının 48°C'den 53°C'e çıkmasının olgunlaşmanın ilk gününde *L. helveticus* sayılarında herhangi bir farklılığa neden olmadığını belirtmişlerdir. StHP peynirleri için benzer durum söz konusudur ancak HP45 ve HP40 peynirlerinde aksine olgunlaşma başlangıcında daha yüksek haşlama sıcaklığı uygulanan peynirlerde *L. helveticus* sayısı daha fazla bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Mihaliç Peyniri örneklerinin *L. helveticus* sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (log kob/g).

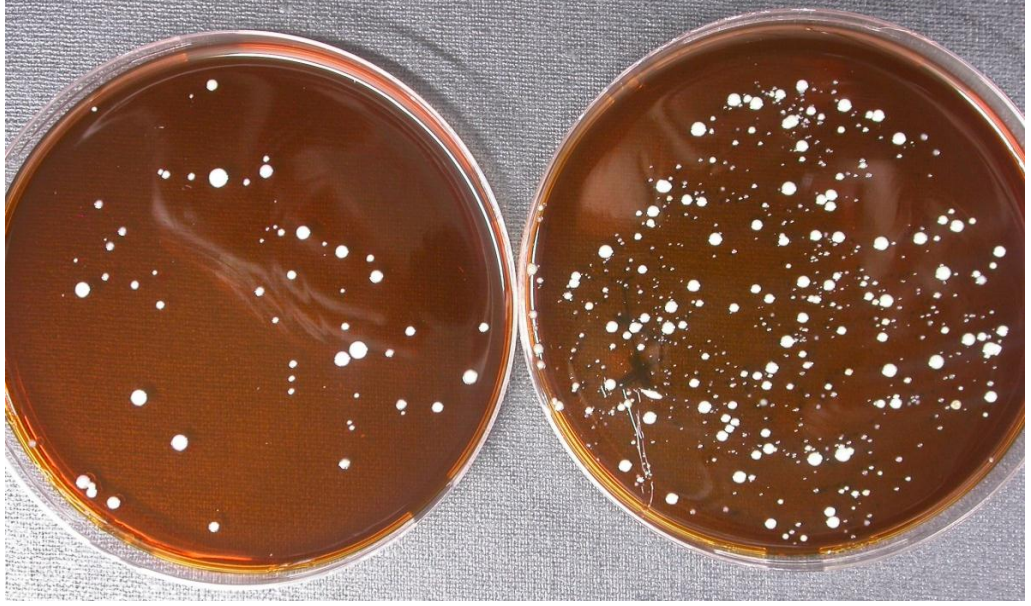
Günler	Peynir Örnekleri			
	HP45	StHP45	StHP40	HP40
1	8,13±0,01 ^{dC}	7,92±0,01 ^{cB}	7,91±0,01 ^{dB}	7,80±0,01 ^{dA}
15	7,75±0,05 ^{cA}	7,86±0,03 ^{cBC}	7,79±0,01 ^{cAB}	7,81±0,03 ^{dAB}
30	7,62±0,04 ^{abA}	7,91±0,03 ^{cB}	7,67±0,00 ^{bA}	7,68±0,02 ^{bA}
60	7,64±0,01 ^{bcA}	7,56±0,04 ^{bA}	7,63±0,07 ^{bA}	7,74±0,02 ^{cB}
90	7,51±0,08 ^{aC}	7,17±0,04 ^{aA}	7,30±0,02 ^{aB}	7,26±0,00 ^{aB}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C, D:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır



Şekil 4.22. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince *L. helveticus* sayılarındaki değişim.



Şekil 4.23. *L. helveticus*'un MRS Agar'da gelişimi

Mihaliç peyniri örneklerinin *S. thermophilus* sayılarında meydana gelen değişim Çizelge 4.21. ve Şekil 4.24'te verilmiştir. Olgunlaşma süresinin *S. thermophilus* sayılarına etkisi tüm örneklerde önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Olgunlaşma başında 8,44-8,85 log kob/g aralığında olan *S. thermophilus* sayıları olgunlaşma boyunca azalma göstermiştir. Bu durum anaerobik ortam koşullarının artması ve nonstarter laktik asit bakterileriyle rekabetle açıklanabilir.

S. thermophilus'un besiyerinde gelişimi Şekil 4.25.'te verilmiştir. Besiyerlerinin renginde *S. thermophilus*'un konsantrasyonundan dolayı farklılık gözlenmektedir. Şekilde 2. petride 10^{-7} seyreltme faktöründe *S. thermophilus*'un geliştiği ST Agarın orjinal rengi olan mor renk görülmekte olup, ilk petride 10^{-6} seyreltme faktöründe yoğun *S. thermophilus* sayısından dolayı bakterinin ST Agarın bileşiminde bulunan sakkarozu kullandığı ve bunun sonucu olarak pH'nın düşmesiyle besiyeri renginin mordan sarıya döndüğü görülmektedir (Dave and Shah, 1996).

Kocaoğlu-Vurma et al. (2008) çalışmalarında İsviçre tipi peynir yapımında starter olarak kullandıkları *S. thermophilus*'un hızlı bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Demarigny et al. (1996) da çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

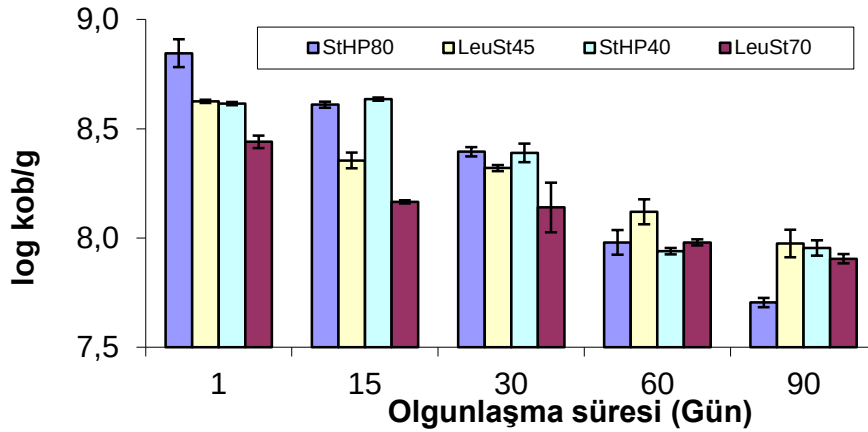
Haşlama sıcaklıklarına göre ise StHP45-StHP40 peynirlerinde olgunlaşma süresince genellikle 45°C’de ve 40°C’de haşlanan örneklerde *S. thermophilus* sayıları yakinken, olgunlaşma başında 40°C’de, olgunlaşma sonunda ise 45°C’de haşlanan peynirlerde *S. thermophilus* sayısı daha düşük bulunmuştur. LeuSt45-LeuSt40 peynirlerinde ise olgunlaşma sonuna kadar *S. thermophilus* sayısı 45°C’de haşlanan peynirlerde daha yüksek bulunmuştur. Son gün ise örnekler aynı grupta yer almışlardır. Söz konusu peynirler sadece olgunlaşma sonunda aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.21. Mihaliç Peyniri örneklerinin *S. thermophilus* sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (log kob/g).

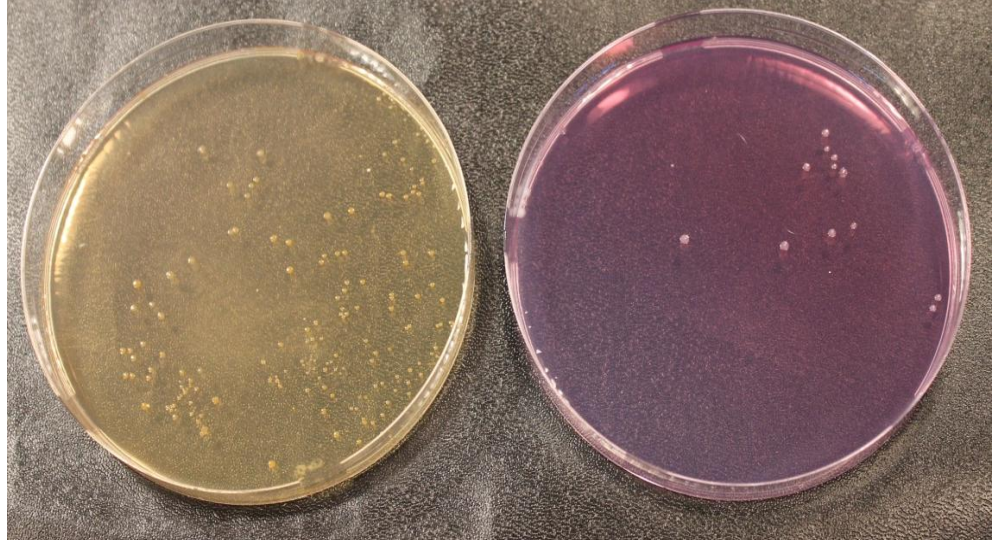
Günler	Peynir Örnekleri			
	StHP45	LeuSt45	StHP40	LeuSt40
1	8,85±0,06 ^{eC}	8,63±0,01 ^{dB}	8,62±0,01 ^{cB}	8,44±0,03 ^{cA}
15	8,61±0,01 ^{dC}	8,36±0,04 ^{cB}	8,64±0,01 ^{cC}	8,17±0,01 ^{bA}
30	8,40±0,02 ^{cB}	8,32±0,01 ^{cB}	8,39±0,04 ^{bB}	8,14±0,11 ^{bA}
60	7,98±0,06 ^{bA}	8,12±0,06 ^{bB}	7,94±0,01 ^{aA}	7,98±0,01 ^{aA}
90	7,71±0,02 ^{aA}	7,98±0,06 ^{aB}	7,96±0,04 ^{aB}	7,91±0,02 ^{aB}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 4.24. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince *S. thermophilus* sayılarındaki değişim.



Şekil 4.25. *S. thermophilus*'un ST Agar'da gelişimi

Olgunlaşma süresince *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* sayısında meydana gelen değişimler Çizelge 4.22. ve Şekil 4.26.'te verilmiştir. Olgunlaşma süresinin bakteri sayılarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma başında *Leuconostoc* sayıları 7,82-7,83 log kob/g arasında değişirken, olgunlaşma sonunda 7,60-6,93 log kob/g arasında değişmiştir. Olgunlaşma süresince bakteri sayılarında genel olarak bir azalma görülmüştür. Örnekler arasındaki durumu incelediğimizde örnekler arası farkın olgunlaşma süresince önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Procellato et al. (2013) çalışmalarında buldukları sonuçlara göre *Leuconostoc*'ların peynirde gelişiminin olgunlaşma sırasında meydana gelen mikrobiyal dinamiklere bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Nieto-Arribas et al. (2010), *Leuconostoc* türlerinin peynirde fermentasyon prosesi esnasında canlılıklarını test ettikleri çalışmalarında tuzun (%4,0-4,5) söz konusu bakterinin canlılığını önemli düzeyde etkilemediğini, ancak *Leuconostoc* türlerinin daha çok pH'dan etkilenebileceklerini belirtmişlerdir. Peynirlerimizde de olgunlaşma boyunca asitlik ilerlemiş olup, bu durumun söz konusu bakteri gelişiminide etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Haşlama sıcaklıklarına göre ise olgunlaşma boyunca 45°C'de haşlanan peynirlerin *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* sayıları daha yüksek bulunmuştur.

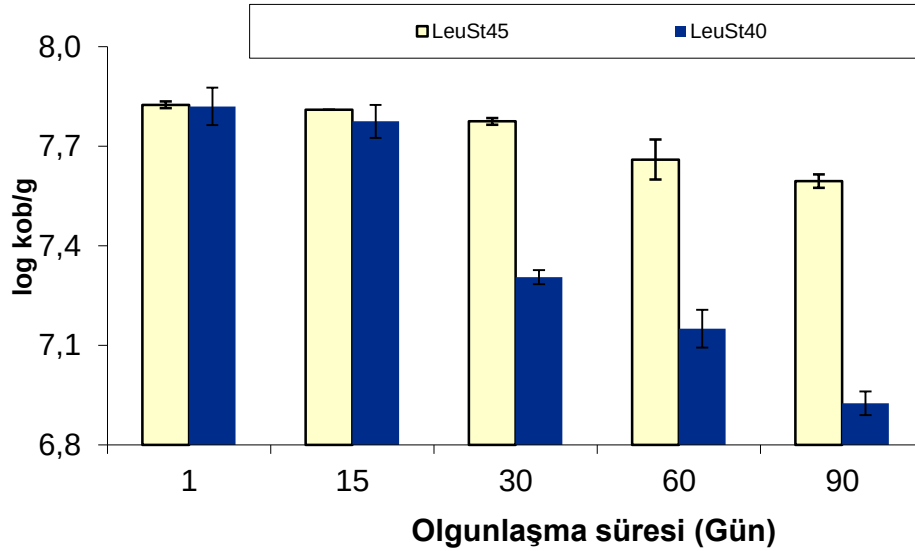
Çizelge 4.22. Mihaliç Peyniri örneklerinin *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* sayılarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (log kob/g).

Günler	Peynir Örnekleri	
	LeuSt45	LeuSt40
1	7,83±0,01 ^{Bb}	7,82±0,06 ^{dA}
15	7,81±0,00 ^{bB}	7,78±0,05 ^{dA}
30	7,78±0,01 ^{bB}	7,31±0,02 ^{cA}
60	7,66±0,06 ^{aB}	7,15±0,06 ^{bA}
90	7,60±0,02 ^{aB}	6,93±0,04 ^{aA}

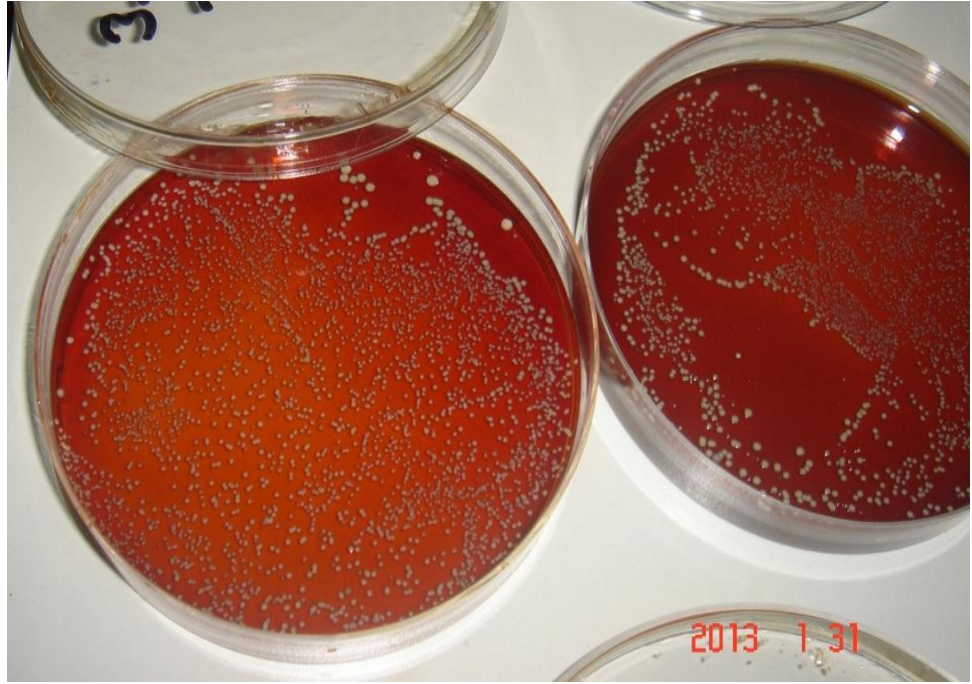
HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesentroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.26. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* sayılarındaki değişim.



Şekil 4.27. *L. mesenteroides* ssp. *cremoris*'in MRS-V besiyerinde sayımı

Olgunlaşma süresince örneklerin propiyonik asit bakterisi sayılarında meydana gelen değişim Çizelge 4.23. ve Şekil 4.28.'te verilmiştir. Olgunlaşma süresinin propiyonik asit bakterisi sayılarına etkisi tüm örneklerde olgunlaşma süresi boyunca önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerin propiyonik asit bakterisi sayıları birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Propiyonik asit bakterileri optimum gelişmelerini pH 6-7 dolaylarında göstermekte olup, minimum 4,6 maksimum 8,5 pH'da gelişebilmektedir. Peynirlerimizin pH değerleri söz konusu bakterilerin gelişme koşullarına uygun olup, Sheenan et al. (2008) de bu görüşü desteklemekte ve düşük pH içerikli peynirlerde daha yüksek bir inokülasyon önermektedirler.

Çalışmamızda propiyonik asit bakterilerinin sayılarında olgunlaşma süresi boyunca azalma meydana gelmiştir. Ayrıca çalışmamıza benzer şekilde Cappa et al. (1997) Grana peynirinde propiyonik asit bakterilerinin otolizinin gerçekleştiğini, *P. freudenreichii*'nin zarar görmüş hücrelerinin scanning elektron mikroskobu ile tespit edildiğini bildirmişlerdir. İsviçre tipi peynirlerde bakteriyofaj enfeksiyonunun da propiyonik asit bakterilerinin lizisini hızlandırabileceği yakın zamanda yapılan bir çalışmayla ortaya konuştur (Gautier et al., 1995). Lemee et al. (1995) tarafından ise *P. freudenreichii*'nin spontan otolizi gösterilmiş olup, Valence et al. (1998) ise İsviçre tipi peynirde hücre içi

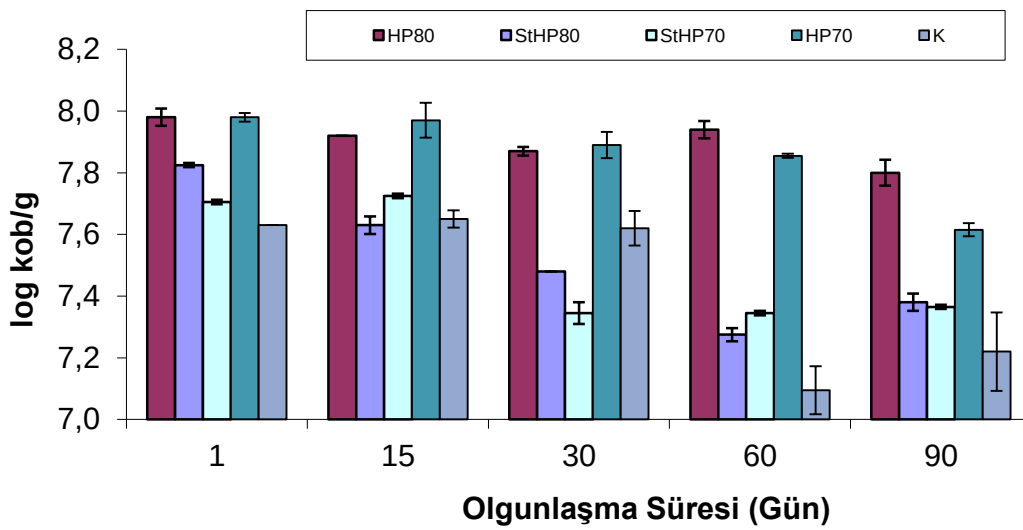
enzimlerinin salınmasının ölçümü yoluyla yaptığı çalışmasında, *P.freudenreichii*'nin otolizi ile ilgili herhangi bir kanıt olmadığını belirtmiştir.

Çizelge 4.23. Mihaliç Peyniri örneklerinin belirlenen propiyonik asit bakterisi miktarlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (log kob/g).

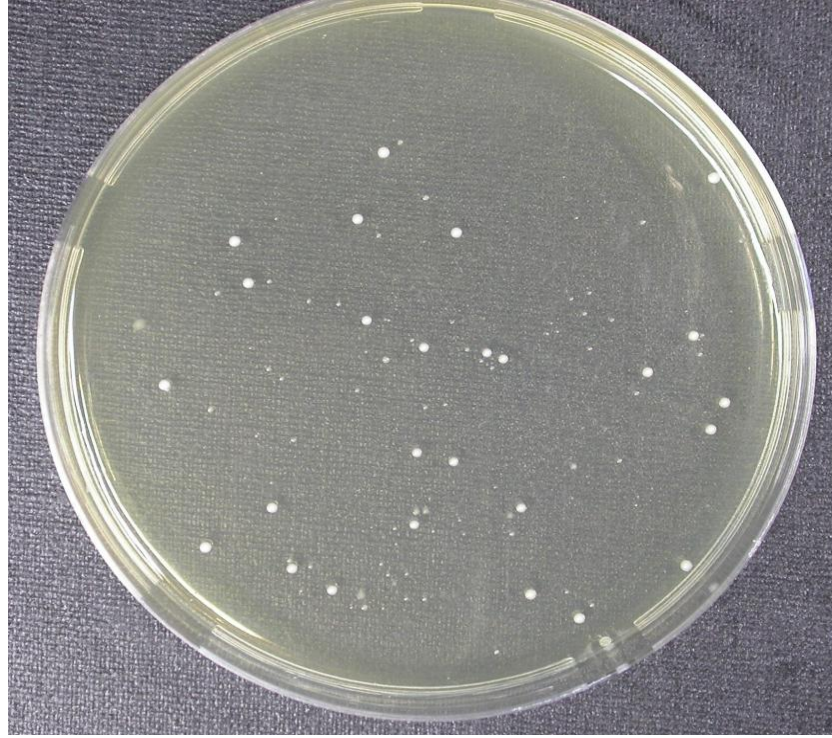
Günler	Peynir Örnekleri				
	HP45	StHP45	StHP40	HP40	K
1	7,98±0,03 ^{cC}	7,83±0,01 ^{dB}	7,71±0,01 ^{bA}	7,98±0,01 ^{dC}	7,63±0,00 ^{cA}
15	7,92±0,00 ^{bcC}	7,63±0,03 ^{cA}	7,73±0,01 ^{bB}	7,97±0,06 ^{cdC}	7,65±0,03 ^{Cb}
30	7,87±0,01 ^{bc}	7,48±0,00 ^{bB}	7,35±0,04 ^{aA}	7,89±0,04 ^{bcC}	7,62±0,06 ^{bcB}
60	7,94±0,03 ^{bcC}	7,28±0,02 ^{aA}	7,35±0,01 ^{aA}	7,86±0,01 ^{bB}	7,10±0,08 ^{aA}
90	7,80±0,04 ^{aC}	7,38±0,03 ^{abA}	7,37±0,01 ^{aA}	7,62±0,02 ^{abB}	7,22±0,13 ^{abA}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır. **A, B, C:** Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 4.28. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince propiyonik asit bakterisi sayılarındaki değişim.



Şekil 4.29. Propiyonik asit bakterilerinin besiyerinde sayımı

Haşlama sıcaklıklarına göre propiyonik asit bakterilerinin sayılarına baktığımızda ise HP45-HP40 peynirleri olgunlaşmanın 1.,15. ve 30. günlerinde propiyonik asit sayıları bakımından aynı grupta yer alırken, olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde HP45’de söz konusu bakterinin sayısı daha yüksek bulunmuştur. StHP45-StHP40 peynirlerinde ise olgunlaşmanın 1. ve 30. günlerinde propiyonik asit bakterisi sayısında 45°C’de haşlanan peynirin propiyonik asit bakterisi sayısı daha yüksekken, 15. günde 40°C’de haşlanan peynirde propiyonik asit bakterisi sayısı daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde ise peynirler aynı grupta yer almışlardır. Çalışmamızda haşlama sıcaklıklarına göre kültür bakterileri sayıları olgunlaşma süresince genel olarak farklı peynirlerde yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla 45°C haşlama sıcaklığının 40°C’e göre önemli bir bakteri inhibisyonuna neden olmadığı söylenebilir. Petersen et al. (2000) de çalışmasında starter olarak kullandığı *S. thermophilus* ve *L. helveticus* sayılarının haşlama sıcaklıklarına göre ya çok az değişiklik gösterdiğini, ya da değişiklik göstermediğini belirtmişlerdir. Ancak haşlama sıcaklığı 60°C civarlarına yükseldiğinde starter bakterilerinin aktivitesinin önemli oranda etkilendiğini belirtmişlerdir.

4.14. Mihaliç Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine karşı görme, koklama, tat alma, dokunma ya da işitme duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analizleyen ve açıklayan multidisipliner bir bilim dalıdır (Akbulut ve Kınık, 1991; Uysal vd., 2004). Günümüzde duyusal analizler gıda endüstrisinde yeni ürünlerin geliştirilmesinde, ürün kalitesinin kontrolünde ve kalitenin artırılması amacı ile kullanılan standart yöntemler haline gelmiştir (Gallerani et al., 2000). Duyusal değerlendirme objektif yöntemlerin duyusal değerlendirme ile uygunluğunun irdelenmesi açısından da önem taşımaktadır. Objektif yöntemler, duyusal analizler ile pozitif yönde bir ilişki gösterdiği takdirde kullanılabilir (Akbulut ve Kınık, 1991). Peynir teknolojisinde de geniş kullanım alanı bulan duyusal değerlendirme, ürünlerin karakteristiklerini geliştirme, satış potansiyelini artırma, günlük üretimde kaliteyi koruma, yeni ürün geliştirme ve pazarlama analizlerinin bütününde önemli roller üstlenmektedir (Uysal vd., 2004; Gürsoy, 2005; Kesenkaş, 2005).

Araştırmamızda üretilen Mihaliç peyniri örnekleri renk ve görünüş, homojen gözenek dağılımı, tekstür, tuzluluk, tat ve aroma yoğunluğu açısından değerlendirilmiştir. Mihaliç peynirlerinde olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen renk ve görünüş değerleri ve olgunlaşma süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.24 ve Şekil 4.30'da verilmiştir. Olgunlaşma süresinin örneklerin renk ve görünüş puanlarına etkisi HP45 ve HP40 örnekleri hariç önemli bulunmuştur. Çizelge 4.24 incelendiğinde olgunlaşma başında en yüksek değeri HP45 örneği alırken, klasik yöntemle üretilen kontrol grubu 5,43 puanıyla en sonda yer almıştır. Olgunlaşma sonunda tüm peynir örneklerinde renk ve görünüş puanlarının arttığı görülmektedir. Özcan (2000) de peynir örneklerinin renk ve görünüş puanlarının olgunlaşma boyunca artarak olgunlaşma sonunda en yüksek değere ulaştığını belirtmiştir. Olgunlaşmanın sonunda en yüksek puanı yine HP45 örneği ve onun yanında LeuSt40 örneği alırken, en düşük puanı kontrol grubu almıştır. Örnekler arasında ise renk ve görünüş puanları bakımından farklılık sadece olgunlaşmanın 1. ve 60. günlerinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

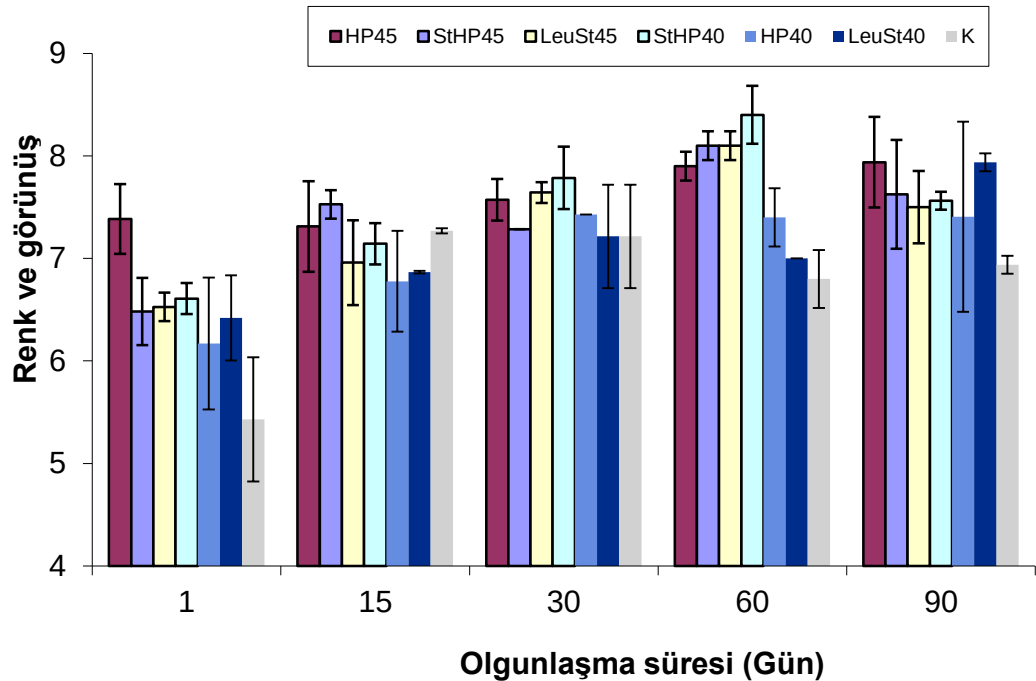
Çizelge 4.24. Mihaliç peyniri örneklerinin renk ve görünüş puanları ve olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (maks. 9 puan).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	7,38±0,34 ^C	6,48±0,33 ^{aBC}	6,53±0,14 ^{aBC}	6,61±0,15 ^{aBC}	6,17±0,64 ^{AB}	6,42±0,42 ^{aABC}	5,43±0,61 ^{aA}
15	7,31±0,44	7,53±0,14 ^{bc}	6,96±0,41 ^{ab}	7,14±0,20 ^{ab}	6,78±0,49	6,87±0,01 ^{ab}	7,27±0,03 ^b
30	7,57±0,20	7,29±0,00 ^b	7,64±0,10 ^{bc}	7,79±0,30 ^c	7,43±0,00	7,21±0,51 ^{bc}	7,21±0,51 ^b
60	7,90±0,14 ^C	8,10±0,14 ^{cC}	8,10±0,14 ^{cC}	8,40±0,28 ^{dC}	7,40±0,28 ^B	7,00±0,00 ^{abAB}	6,80±0,28 ^{baA}
90	7,94±0,44	7,63±0,53 ^{bc}	7,50±0,35 ^{bc}	7,56±0,09 ^{bc}	7,41±0,93	7,94±0,09 ^c	6,94±0,09 ^b

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.30. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince renk ve görünüş puanlarındaki değişim. (maks. 9 puan).

Mihaliç peynirinde gözeneklerin homojen dağılması ve fazla büyük gözenek olmaması istenmektedir. Araştırmamızda üretilen Mihaliç peynirlerinde meydana gelen gözenek dağılımı açısından duyuşsal özellik puanları Çizelge 4.25. ve Şekil 4.31.'de verilmiştir. Ancak bu değişim StHP45, StHP40 ve LeuSt45 ve kontrol örnekleri için önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Örnekler arasındaki farklılık özellikle 1.,15. ve 60. günlerde dikkat çekmektedir ($p<0,05$). Kontrol grubu bütün olgunlaşma dönemlerinde homojen gözenek dağılımı bakımından en düşük puanı almıştır. Deneme peynirlerinin homojen gözenek dağılımı puanları olgunlaşma başlangıcında 4,42 ile 6,59 arasında değişirken, olgunlaşma sonunda 5,44 ile 7,72 arasında değişmiştir. Olgunlaşma başında homojen gözenek dağılımı bakımından en yüksek puanı HP45 örneği, olgunlaşma sonunda ise en yüksek puanı LeuSt40 örneği almıştır. Peynir örneklerinin homojen gözenek dağılımı puanları olgunlaşma sürecince artış göstermiş ve en yüksek seviyeye olgunlaşma süresi sonunda ulaşmıştır.

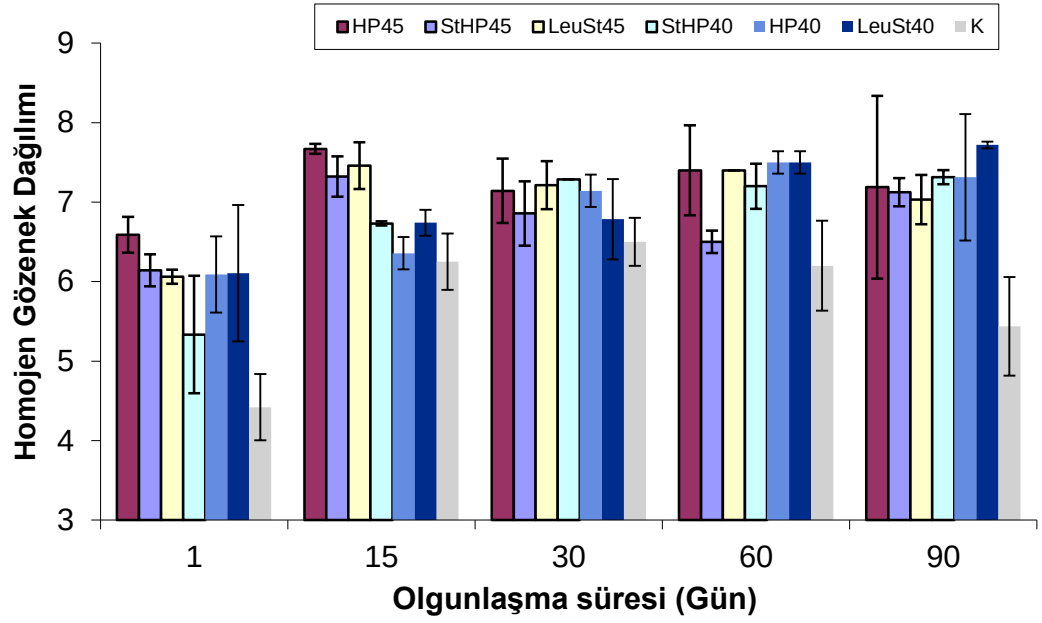
Çizelge 4.25. Mihaliç peyniri örneklerinin homojen gözenek dağılımı puanları ve olgunlaşma süresince değişiklikler (maks. 9 puan).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	6,59±0,23 ^B	6,14±0,20 ^{aB}	6,06±0,09 ^{aB}	5,33±0,74 ^{aA}	6,09±0,48 ^B	6,11±0,86 ^B	4,42±0,42 ^{aA}
15	7,67±0,06 ^B	7,32±0,25 ^{cB}	7,46±0,29 ^{bB}	6,73±0,03 ^{bA}	6,36±0,20 ^A	6,74±0,16 ^A	6,25±0,35 ^{ba}
30	7,14±0,40	6,86±0,40 ^{bc}	7,21±0,30 ^b	7,29±0,00 ^b	7,14±0,20	6,79±0,51	6,50±0,30 ^b
60	7,40±0,57 ^C	6,50±0,14 ^{abAB}	7,40±0,00 ^{bc}	7,20±0,28 ^{bBC}	7,50±0,14 ^C	7,50±0,14 ^C	6,20±0,57 ^{ba}
90	7,19±1,15	7,13±0,18 ^{bc}	7,03±0,31 ^b	7,31±0,09 ^b	7,31±0,80	7,72±0,04	5,44±0,62 ^b

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C'de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C'de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C'de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.31. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince homojen gözenek dağılımı puanlarındaki değişim (maks. 9 puan).

Mihaliç peyniri örneklerinin tekstür puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.26. ve Şekil 4.32.'de görülmektedir. Tekstür puanlarında olgunlaşma süresince genel olarak bir artış olduğu gözlenmiştir. Ancak bu artış LeuSt45, StHP40, HP40 ve LeuSt40 örnekleri açısından önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer taraftan örnekler arasındaki farklılık özellikle olgunlaşmanın 30. ve 90. günlerinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma başında en yüksek değeri HP45 örneği alırken, kontrol en düşük puanı alan peynir örneği olmuştur. Olgunlaşma sonunda ise en yüksek tekstür puanını StHP40 örneği almış, kontrol peyniri yine en düşük puanı alan örnek olmuştur. Law et al. (1993) proteolizle birlikte proteinlerin ağ örgüsünün yıkılması sonucunda tekstürel değişimlerin oluşabileceğini belirtmişlerdir. Özcan (2000) de araştırmamıza benzer şekilde tekstürel açıdan en çok beğeni alan örneklerden birinin starter kültürlü Mihaliç peyniri olduğunu belirtmiştir. Peynirlerimizin tekstür puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen artışı; olgunlaşma ilerledikçe oluşan proteoliz ve lipolizin olumlu etkisine bağlamak mümkündür. Özcan (2000) de Mihaliç peynirlerinin tekstür değerlerinin olgunlaşma başında düşük, sonunda ise yüksek olduğunu belirtmiştir. Gürsoy (2005) de proteolizin peynir pıhtısında tekstürel değişimlere yol açtığını belirtmiştir.

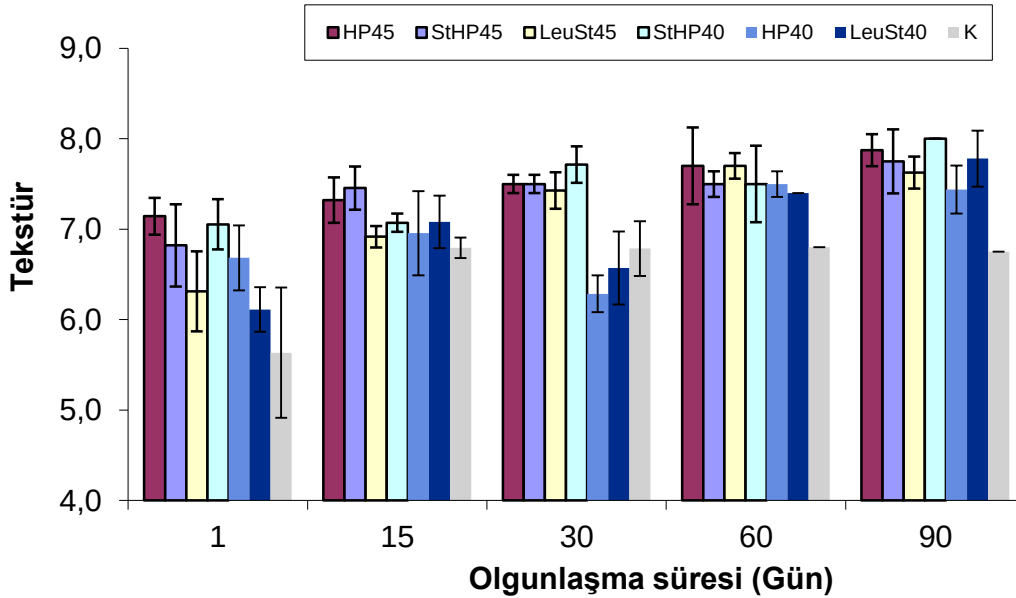
Çizelge 4.26. Mihaliç peynir örneklerinin tekstür puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (maks. 9 puan).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	7,14±0,20	6,82±0,45	6,31±0,44 ^a	7,05±0,28 ^a	6,68±0,36 ^{ab}	6,11±0,25 ^a	5,63±0,72
15	7,32±0,25	7,46±0,24	6,92±0,12 ^{ab}	7,07±0,10 ^a	6,96±0,47 ^{ab}	7,08±0,29 ^{bc}	6,79±0,11
30	7,50±0,10 ^B	7,50±0,10 ^B	7,43±0,20 ^{bcB}	7,71±0,20 ^{abB}	6,29±0,20 ^{aA}	6,57±0,40 ^{aA}	6,79±0,30 ^A
60	7,70±0,42	7,50±0,14	7,70±0,14 ^c	7,50±0,42 ^{ab}	7,50±0,14 ^b	7,40±0,00 ^c	6,80±0,00
90	7,88±0,18 ^B	7,75±0,35 ^B	7,63±0,18 ^{cB}	8,00±0,00 ^{bb}	7,44±0,27 ^{bb}	7,78±0,31 ^{cB}	6,75±0,00 ^A

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.32. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tekstür puanlarındaki değişim (maks. 9 puan).

Araştırmamızda Mihaliç peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince tuzluluk puanlarındaki değişiklikler Çizelge 4.27 ve Şekil 4.33’de görülmektedir. Tuzluluk bakımından en yüksek puanı olgunlaşma başında StHP40 örneği alırken

olgunlaşma sonunda en yüksek puanı LeuSt45 örneği almıştır. Asitliği yüksek peynirlerin yapılarında daha az oranda su tutabildikleri, dolayısıyla daha düşük oranda tuz içerdikleri bilinmektedir (Çağlar, 1990; Özcan, 2000). Aynı kültür kombinasyonlarının kullanıldığı StHP45-StHP40 örnekleri de diğer kültür kombinasyonlarının kullanıldığı peynirlerle karşılaştırıldığında olgunlaşma sonunda asitliği en yüksek olan ve tuzluluk parametresine göre panelistlerden en yüksek puanı alan örneklerdir. Bu örneklerin olgunlaşma sonunda % tuz oranına baktığımızda da özellikle StHP45 örneğinin genel olarak diğer peynirlerden daha düşük oranda tuz içerdiği görülmektedir. Olgunlaşma sonunda en düşük tuzluluk puanı ise kontrol peynirine aittir. Olgunlaşma süresinin örneklerin tuzluluk puanları üzerindeki etkisi yalnızca LeuSt45 örneği için önemli bulunmuştur. Tuzluluk bakımından örnekler arasındaki fark olgunlaşmanın 1. günü hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Özcan (2000) de Mihaliç peynir örneklerinin tuzluluk puanlarının olgunlaşma sonunda en yüksek değere ulaştığını belirtmiştir.

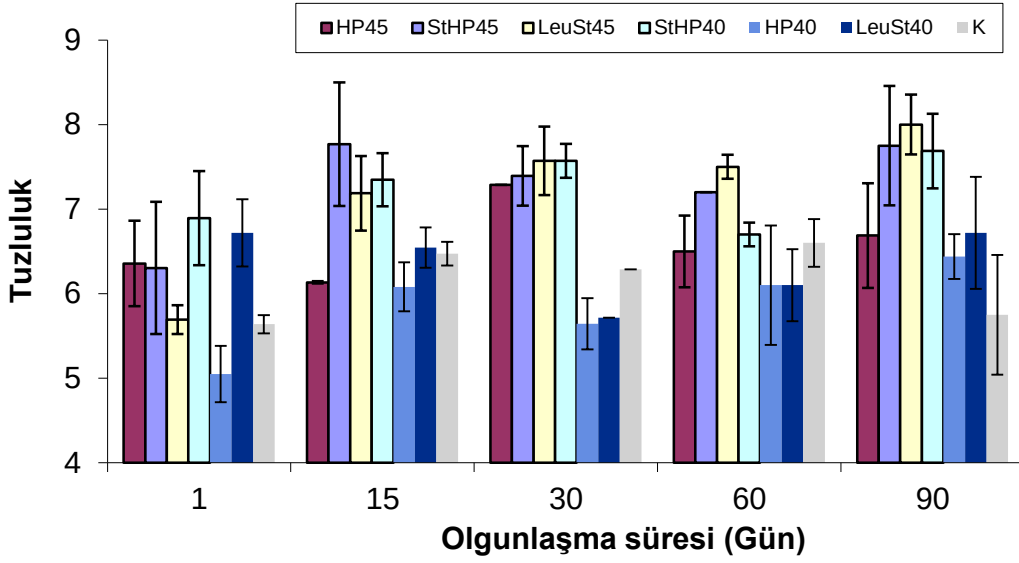
Çizelge 4.27. Mihaliç peyniri örneklerinin tuzluluk duyusal puanlarında olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikler (maks. 9 puan).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	6,36±0,51	6,30±0,78	5,69±0,17 ^a	6,89±0,56	5,05±0,33	6,72±0,40	5,64±0,11
15	6,13±0,01 ^A	7,77±0,73 ^C	7,19±0,44 ^{bBC}	7,35±0,32 ^{BC}	6,08±0,29 ^A	6,54±0,24 ^{AB}	6,47±0,14 ^{AB}
30	7,29±0,00 ^C	7,39±0,35 ^C	7,57±0,40 ^{bC}	7,57±0,20 ^C	5,64±0,30 ^A	5,71±0,00 ^A	6,29±0,00 ^B
60	6,50±0,42 ^{AB}	7,20±0,00 ^{BC}	7,50±0,14 ^{bC}	6,70±0,14 ^{ABC}	6,10±0,71 ^A	6,10±0,42 ^A	6,60±0,28 ^{ABC}
90	6,69±0,62 ^{ABC}	7,75±0,71 ^{BC}	8,00±0,35 ^{bC}	7,69±0,44 ^{BC}	6,44±0,27 ^{AB}	6,72±0,66 ^{ABC}	5,75±0,71 ^A

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.33. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tuzluluk duyuşsal puanlarındaki değişim (maks. 9 puan).

Mihaliç peynir örneklerinin tat ve aroma yoğunluğu bakımından olgunlaşma süresince meydana gelen değişiklikleri Çizelge 4.28 ve Şekil 4.34’de verilmiştir. Olgunlaşma süresinin örneklerin tat ve aroma yoğunluğuna etkisi LeuSt45, HP40 ve K örnekleri için önemli bulunmuştur. Tat ve aroma yoğunluğu bakımından örnekler arası farklılık ise olgunlaşmanın 1. günü hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tat ve aroma yoğunluğu bakımından kültür kullanılan peynir örneklerinin tüm olgunlaşma günlerinde klasik yöntemle yapılan Mihaliç peynir örneğinden daha yüksek puan aldığı görülmüştür. Ayrıca olgunlaşma süresi arttıkça genel olarak puanlarda da artış olduğu belirlenmiştir. Peynirlerimizde StHP45 örneği olgunlaşma başında ve 90 günlük olgunlaşma süresi sonunda tat ve aroma yoğunluğu bakımından en yüksek değeri almıştır. Peynirde proteoliz sonucu oluşan son ürün olan aminoasitler peynir aromasının gelişiminde öncül maddeler olarak görev almaktadırlar. Çakmakçı (1996) protein, yağ ya da karbonhidrat parçalanma ürünleri arasındaki oranın peynirin aroması üzerine etkisi olduğunu belirtmiştir. Olgunlaşma boyunca tat ve aroma yoğunluğu bakımından en düşük değer ise kontrol grubu peynire ait olmuştur. Ertekin ve Seydim (2009) da lipoliz ve proteoliz ile diğer reaksiyonların ürünleri ile dengeli şekilde olduklarında peynir lezzetine katkıda bulunduklarını belirtmişlerdir. Özcan (2000) ise çalışmasında bulgularımızın aksine Mihaliç peynirinde, kontrol grubunun en

yüksek tat ve aroma yoğunluğu değerine sahip olduğunu bildirmiştir. Johson et al. (1995), Tunçtürk (1996) da çalışmalarında olgunlaşma boyunca aroma yoğunluğunun arttığını belirtmişlerdir.

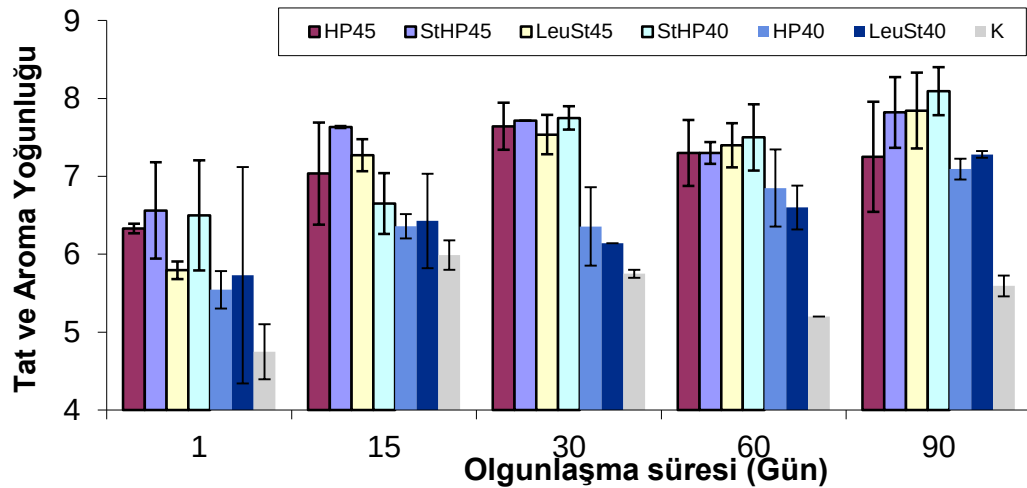
Çizelge 4.28. Mihaliç peynir örneklerinin olgunlaşma süresi boyunca tat ve aroma yoğunluğunda meydana gelen değişiklikler (maks. 9 puan).

Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	6,33±0,06	6,56±0,62	5,79±0,11 ^a	6,50±0,71	5,54±0,24 ^a	5,73±1,39	4,75±0,35 ^a
15	7,04±0,66 ^{BC}	7,63±0,01 ^C	7,27±0,21 ^{bBC}	6,65±0,39 ^{AB}	6,36±0,16 ^{abAB}	6,43±0,61 ^{AB}	5,99±0,19 ^{cA}
30	7,64±0,30 ^B	7,71±0,00 ^B	7,54±0,25 ^{Bb}	7,75±0,15 ^B	6,36±0,51 ^{abA}	6,14±0,00 ^A	5,75±0,05 ^{cA}
60	7,30±0,42 ^{BC}	7,30±0,14 ^{BC}	7,40±0,28 ^{bBC}	7,50±0,42 ^C	6,85±0,49 ^{bBC}	6,60±0,28 ^B	5,20±0,00 ^{bAB}
90	7,25±0,71 ^{BC}	7,82±0,45 ^{BC}	7,84±0,49 ^{bBC}	8,09±0,31 ^C	7,09±0,13 ^{bB}	7,28±0,04 ^{BC}	5,59±0,13 ^{bCA}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.34. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince tat ve aroma yoğunluğu puanlarındaki değişim (maks. 9 puan).

Mihaliç peynirlerinin toplam duyuşsal puanları Çizelge 4.29. ve Şekil 4.35’de verilmiştir. Peynirlerimiz olgunlaşmanın ilk gününde en düşük toplam

duyusal puanları alırken, olgunlaşma ilerledikçe tüm peynirlerde toplam duyusal puanların arttığı görülmektedir. Olgunlaşma başında en yüksek duyusal puanı HP45, olgunlaşma sonunda ise en yüksek toplam duyusal puanı sırasıyla StHP40, StHP45 ve LeuSt45 örnekleri almıştır. Olgunlaşma boyunca toplam duyusal puanlarda en fazla artış da bu örneklerde görülmüştür. Söz konusu peynirlerin proteoliz ve lipoliz düzeylerine baktığımızda hem primer proteolizin, hem de sekonder proteolizin en yüksek StHP45 ve StHP40 örneklerinde olduğunu ayrıca olgunlaşma indekslerinin de en yüksek bu peynirlerimizde tespit edildiği görülmektedir. Ayrıca lipoliz oranını belirlemeye yönelik analizlerde de yine aynı örnekler ön plana çıkmıştır. Dolayısıyla söz konusu peynirlerimizden özellikle StHP45 ve StHP40 örneklerinin olgunlaşma sonunda en yüksek toplam duyusal puanları almalarının proteoliz ve lipolizin gerek tat-aroma, gerekse tekstürel bakımdan yol açtığı değişikliklere bağlı olduğu düşünülebilir. Toplam duyusal puanlar duyusal değerlendirmenin genel bir sonucu olarak kabul edilirse peynirlerimizden olgunlaşma boyunca en beğenilen örneklerin genel olarak StHP45 ve StHP40 peynirleri olduğu söylenebilir. Dolayısıyla *S. thermophilus*, *L. helveticus* ve propiyonik asit bakterisi kombinasyonu Mihaliç peyniri için gerek olgunlaşma, gerekse duyusal nitelikler bakımından uygun bir kombinasyon olarak görülebilir. Olgunlaşma süresinin toplam duyusal puanlara etkisi HP40 ve LeuSt40 örneği hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerin birbirlerinden toplam duyusal puanlar bakımından farkı ise olgunlaşmanın 1. günü hariç önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.29. Mihaliç peynir örneklerinin toplam duyusal puanlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişiklikler.

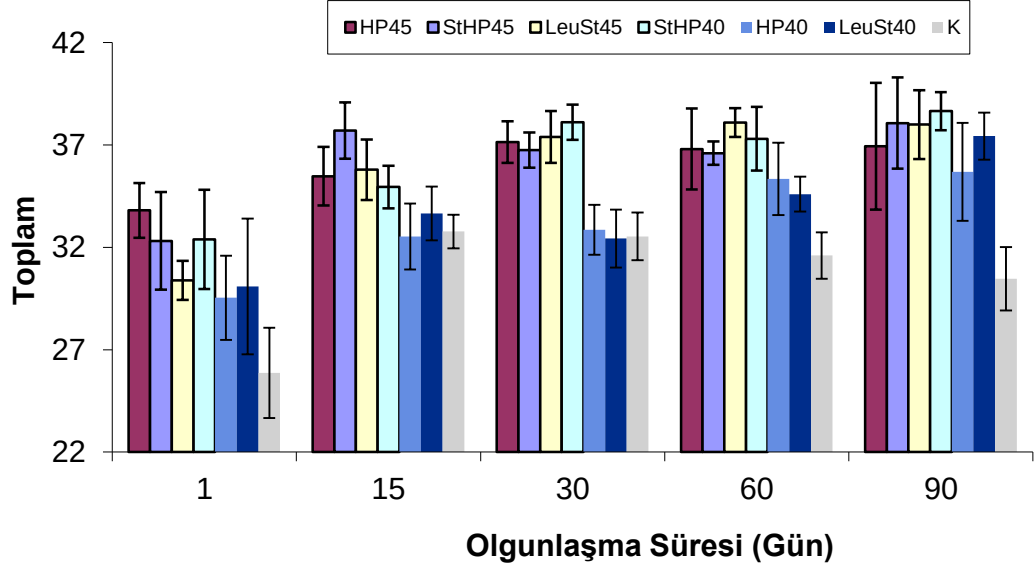
Günler	Peynir Örnekleri						
	HP45	StHP45	LeuSt45	StHP40	HP40	LeuSt40	K
1	33,80±1,34 ^a	32,31±2,39 ^a	30,39±0,95 ^a	32,39±2,43 ^a	29,54±2,06	30,09±3,31	25,87±2,20 ^a
15	35,47±1,43 ^{abBC}	37,71±1,38 ^{bc}	35,79±1,47 ^{bc}	34,95±1,04 ^{abAB}	32,53±1,61 ^A	33,66±1,31 ^{AB}	32,78±0,82 ^{ba}
30	37,14±1,01 ^{cB}	36,75±0,86 ^{bB}	37,39±1,26 ^{bcB}	38,11±0,86 ^{cB}	32,86±1,21 ^A	32,43±1,41 ^A	32,54±1,16 ^{ba}
60	36,80±1,98 ^{bcBC}	36,60±0,57 ^{bc}	38,10±0,71 ^{cC}	37,30±1,56 ^{bcC}	35,35±1,77 ^{BC}	34,60±0,85 ^{AB}	31,60±1,13 ^{ba}
90	36,94±3,09 ^{bcBC}	38,07±2,22 ^{bc}	38,00±1,68 ^{cC}	38,66±0,93 ^{cC}	35,69±2,39 ^B	37,44±1,15 ^{BC}	30,47±1,55 ^{ba}

HP45: %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **HP40:** %1 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **StHP45:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **StHP40:** %1 *S. thermophilus* + %0,5 *L. helveticus* + %0,1 propiyonik asit bakterisi kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt45:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp. *cremoris* + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 45°C’de haşlanan peynir. **LeuSt40:** %0,5 *L. mesenteroides* ssp.

cremoris + %0,5 *S. thermophilus* kullanılan, 40°C’de haşlanan peynir. **K:** Klasik yöntemle üretilen ve kültür kullanılmayan, 45°C’de haşlanan kontrol peyniri.

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

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



Şekil 4.35. Mihaliç Peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince toplam duyuşsal puanlarındaki değişim.

Duyusal özellikler bakımından farklı haşlama sıcaklıkları uygulanan örnekler olgunlaşmanın farklı zamanlarında renk-görünüş, homojen gözenek dağılımı, tekstür, tuzluluk, tat-aroma yoğunluğu ve toplam duyuşsal puanlar bakımından genellikle aynı gruplarda yer almışlardır. Renk-görünüş puanlarına baktığımızda StHP45-StHP40 örnekleri olgunlaşmanın her döneminde aynı grupta yer almıştır. HP45-HP40 örneklerinden 45°C’de haşlanan HP45 peyniri 1., 60. ve 90. günlerde daha yüksek puan almıştır. LeuSt45-LeuSt40 örnekleri olgunlaşmanın 60. günü hariç her dönem aynı grupta yer almıştır. Olgunlaşmanın 60. gününde LeuSt45 peyniri panelistlerce renk-görünüş bakımından daha çok beğenilen peynir olmuştur. Homojen gözenek dağılımı puanlarına bakıldığında da farklı sıcaklıklarda haşlanan peynirler genellikle aynı grupta yer almıştır. Ancak olgunlaşmanın 60. gününde tüm örneklerde 45°C’de haşlanan peynirin öne çıktığı görülmektedir. Tekstür puanları göz önüne alındığında olgunlaşmanın 30. gününde, HP45-HP40 ve LeuSt45-LeuSt40 örneklerinden 45°C’de haşlanan peynir daha yüksek puan almıştır. Olgunlaşmanın diğer günlerinde ise tüm peynir örnekleri aynı grupta yer almıştır. Tat-aroma yoğunluğuna bakıldığında StHP45-StHP40 örnekleri her dönem panelistlerden çok yakın puanlar almışlardır. HP45-HP40 peynirlerinde ise olgunlaşmanın ilk ayında 45°C’de haşlanan peynir daha çok beğenilmiştir. LeuSt45-LeuSt40 örneklerinde ise 45°C’de haşlanan peynir

olgunlaşmanın 15., 30. ve 60. günlerinde daha çok beğenilmiştir. Peynir örneklerinin genel beğeni düzeyini ifade eden toplam duyusal puanlara bakıldığında HP45-HP40 örneklerinin olgunlaşmanın 30. günü hariç, StHP45-StHP40 örneklerinin olgunlaşmanın 15. günü hariç, LeuSt45-LeuSt40 örneklerinin ise olgunlaşmanın 30. ve 60. günleri hariç aynı grupta yer aldıkları görülmüştür. Bu dönemlerde ise 45°C’de haşlanan peynirler panelistlerce daha çok beğenilmişlerdir. Dolayısıyla olgunlaşma süresince farklı haşlama sıcaklığı uygulanan örnekler genellikle aynı gruplarda yer almalarına rağmen, farklı gruplarda yer aldıkları her dönemde 45°C’de haşlanan peynirler daha çok beğenilen peynirler olmuştur. Birçok İsviçre tipi peynirde, örneğin Emmantel peynirinde de yüksek haşlama sıcaklığına ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin yüksek haşlama sıcaklığı peynirde tekstürü olumlu etkilemektedir. Sheehan et al. (2007) de yarı-sert peynirlerle ilgili çalışmalarında yüksek haşlama sıcaklığı uygulamanın daha düşük haşlama sıcaklığına göre ürettiği peynirlerde yapıya olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Bu tür peynirlerin yapım teknolojilerinde haşlama sıcaklığının yüksek olması daha elastik tekstüre ve yüksek kalsiyum içeriğine neden olmaktadır. Elastik yapı da bu tarz peynirlerde homojen gözenek dağılımı için elzemdir (Frölich et al., 1993). Tat-aroma yoğunluğu ise peynirde özellikle proteoliz ve serbest aminoasitlerin oluşumuyla artmaktadır (Yvon and Rijnen, 2001). Olgunlaşmanın ilk zamanlarında tat-aroma yoğunluğu bakımından daha çok beğenilen peynirlerin proteoliz oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Olgunlaşma sonunda ise tüm peynirler proteoliz oranı ve tat-aroma yoğunluğu bakımından aynı grupta yer almışlardır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Mihaliç peyniri üretiminde farklı kültür kombinasyonları ve farklı iki haşlama sıcaklığının kullanım olanakları araştırılmıştır. Kullanılan starter kültürlerin Mihaliç peynirinin randımanı, kimyasal özellikleri, duysal özellikleri ve olgunlaşma özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmamız Mihaliç peynirinde olgunlaşmanın incelenmesi ve starter kültürlerin Mihaliç peynirinin olgunlaşma özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Tez çalışmasında pastörize sütten üretilen starter kültür ilave edilen peynirlerde randımanın çiğ sütten kültür kullanılmadan üretilen kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu peynirlerde peyniraltı suyuna geçen temel bileşenlerin miktarları da daha düşüktür. Ayrıca çalışmamızda 45°C’de haşlanan peynirlerin peyniraltı sularına 40°C’de haşlanan peynirlere göre daha fazla oranda besin maddesi geçtiği görülmektedir. Buna göre Mihaliç peynirinde düşük sıcaklıkta haşlamanın randımanı olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Çalışmada kullanılan farklı starter kültür kombinasyonları peynirlerin kurumadde değerlerini başlangıçta önemli oranda etkilememiştir. Ancak olgunlaşma sonunda örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* ve propiyonik asit bakterisinin kullanıldığı peynir örneği olgunlaşma başında ve sonunda en yüksek kurumaddeye sahiptir. Peynir örneklerinin yağ miktarları arasında önemli bir farklılık bulunmamış, ancak tuz oranları farklılık göstermiştir. Peynir örneklerinin tuz oranlarının çeşitli çalışmalarda Mihaliç peynirine ait değerlerden düşük bulunması olgunlaşmanın salamurada yapılmaması ve peynirlerin vakum ambalaj ile paketlenmesine dayandırılmıştır.

Peynirlerimizden *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* ve propiyonik asit bakterisinin kullanıldığı örnekler olgunlaşma başında ve sonunda en yüksek asitlik değerine sahip olmuştur. En düşük asitlik değeri ise *Leuconostoc mesentroides* ssp. *cremoris* ve *Streptococcus thermophilus* kombinasyonunun kullanıldığı peynir örneğinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince genel olarak 45°C’de haşlanan peynirlerin titrasyon asitliği değerleri 40°C’de haşlanan peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum bu peynirlerde daha ileri

düzeyde bir olgunlaşma olmasına bağlanabilir. Peynirlerde asitlik gelişimi olgunlaşma süresi boyunca devam etmiştir.

Peynirlerde olgunlaşmanın göstergesi olan gerek tat-aroma, gerek tekstürel özellikler bakımından peynirlerin istenilen özellikleri kazanmasında önemli rol oynayan primer ve sekonder proteoliz düzeyleri en yüksek *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* ve propiyonik asit bakterisinin kullanıldığı örneklerde görülmüştür. Çiğ süttten, kültür kullanılmadan üretilen Mihaliç peyniri ise olgunlaşma süresince proteoliz düzeyi artmasına rağmen olgunlaşma başında ve sonunda en düşük değere sahip olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar bakteriler arasındaki interaksiyonların önemini destekleyici niteliktedir. Peynirlerin primer proteoliz düzeyleri olgunlaşma sonunda genellikle aynı değerde olsa da, olgunlaşma indekslerinin genel olarak 45°C’de haşlanan peynirlerde yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmada toplam serbest yağ asitleri değerlerine göre tüm peynirlerde olgunlaşma boyunca etkin bir lipoliz belirlenmiştir. Örnekler arasındaki serbest yağ asitleri değerleri arasındaki fark olgunlaşma süresince önemli bulunmuştur. Özellikle propiyonik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanıldığı peynirlerde, yağ asitleri değerinin yüksek çıkması propiyonik asit bakterilerinin yoğun lipolitik aktivitesine bağlanmıştır. Ayrıca çalışmada olgunlaşma boyunca genellikle 40°C’de haşlanan peynirlerin serbest yağ asidi değerleri 45°C’de haşlanan peynirlerimize göre daha yüksektir. Diğer yandan yağ asitleri kompozisyonuna baktığımızda peynirlerimizde kısa zincirli yağ asitlerinin (C4:0-C8:0) kontrol grubunda en düşük oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Peynirde tat ve aromaya direkt katkısı olan bütirik, kaproik ve kaprilik asitin kontrol grubunda en düşük oranda bulunmasının duysal değerlendirmede bu peynirlerin tat ve aroma puanlarının düşük olmasının nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Mihaliç peynirine özgü karakteristik tat, aroma ve göz oluşumunda rol oynayan propiyonik asit bakterileri tarafından üretilen bir organik asit olan propiyonik asit, bu kültürün kullanıldığı peynirlerde özellikle olgunlaşmanın ilerleyen zamanlarında büyük bir artış göstermiştir. Bu peynirlerde propiyonik asit bakterilerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmamızda örneklerdeki laktik asit miktarının araştırmada çalışılan diğer tüm organik asitlerden (formik asit, asetik asit, ürik asit, sitrik asit, süksinik asit, propiyonik asit) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bakterilerin peynirde gelişimleri incelendiğinde, olgunlaşma süresince tüm kültür bakterilerinin sayılarında azalma meydana gelse de genel olarak canlılıklarını koruyabildikleri görülmüştür. Sonuçlar haşlama sıcaklığının kültür bakterilerinin canlılıklarına etkisi açısından değerlendirildiğinde yüksek haşlama sıcaklığının kültür bakterileri üzerinde önemli bir inhibisyona neden olmadığı görülmüştür.

Çalışmada peynirlerin duysal değerlendirmede aldıkları puanlar da büyük önem taşımaktadır. Kontrol grubu peynirimiz genellikle starter kültür kombinasyonlarının kullanıldığı peynirlere göre daha düşük duysal puanlar almıştır. Olgunlaşma süresi boyunca kontrol peynirinin en düşük toplam duysal puanları aldığı görülmektedir. En yüksek toplam duysal puanı alan *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* ve propiyonik asit bakterisi kombinasyonunun kullanıldığı peynirdir. Bu peynirde primer ve sekonder proteoliz düzeyinin yüksek olmasının gerek tat-aromayı, gerekse tekstürel değişiklikleri olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca toplam duysal puanlara baktığımızda 45°C’de haşlanan peynirlerin, 40°C’de haşlanan peynirlerden daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

- Gerçekleştirdiğimiz bu çalışma, yöresel peynirlerimizden olan ve tarihi çok eskilere dayanan Mihaliç peynirinin olgunlaştırılmasında kullanılan yöntemlere yeni bir yaklaşım getirmiştir.

- Çalışmada gerek olgunlaşma özellikleri, gerek lipoliz düzeyi, gerek duysal özellikler, gerekse yağ asitleri kompozisyonu ve organik asit içeriği bakımından starter kültür kombinasyonunun kullanıldığı peynirlerle kontrol peyniri arasındaki fark açıkça ortaya konmuştur.

- Propiyonik asit bakterisi, *L. helveticus* ve *S. thermophilus* kombinasyonunun, Mihaliç peynirinin gerek olgunlaşmasına, gerekse duysal özelliklerine katkı sağlayan bir kombinasyon olduğu, bunun da bakteriler arasındaki interaksiyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

- Çalışmada 80°C’de su verilen peynirlerin pıhtı sıcaklığı 40°C’e, 70’de su verilen peynirlerin pıhtı sıcaklığı 45°C’e çıkarılmıştır. Denenen iki farklı haşlama sıcaklığından hem duysal özelliklere, hem de olgunlaşmaya katkısı bakımından 45°C önerilebilir. Ayrıca bu haşlama sıcaklığı kültür bakterilerini önemli oranda

etkilememiştir. Ancak lipoliz oranının ve peynir randımanının 40°C’de haşlanan peynirlerde yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

- Çalışmada starter kültürlerin peynirlerin özelliklerine olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı, aksine olumlu katkıları olduğu söylenebilir. Pastörize süttten starter kültür kullanılarak üretilen peynirler olgunlaşmanın kısaltılması ve ürünün standardize edilmesi bakımından ekonomik olarak önem taşımaktadır. Ayrıca son yıllarda propiyonik asit bakterileri probiyotik özellikleri ile dikkat çekmektedir. Dolayısıyla üretilen peynirler fonksiyonel ürün niteliği taşıması ve sağlığa katkı sağlaması açısından da önemlidir.

- İlerideki çalışmalar için piyasadan toplanacak Mihaliç peynirlerinden izole edilecek ve tanımlanacak doğal flora a ait bakterilerin starter olarak tekrar Mihaliç peyniri üretiminde kullanılması ile ilgili çalışmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aday, S.**, 2010, Mihaliç Peynirinin Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 90 s.
- Adda, J., Gripon, J.C. and Vassal, L.**, 1982, The chemistry of flavour and texture generation in cheese, *Food Chemistry*, 9:115-129 pp.
- Akalın, A.S., Kınık, Ö. and Gönç, S.**, 1997, Determination of organic acids in commercial cheese by high performance liquid chromatography, *Milchwissenschaft*, 52(5):260-262 pp.
- Akalın, A.S., Gönç, S. and Akbaş, Y.**, 2002, Variation in organic acids content during ripening of pickled White cheese, *Journal of Dairy Science*, 85:1670-1676 pp.
- Akbulut, N. ve Kınık, Ö.**, 1991, Peynirlerde duysal değerlendirme, II. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu (Her Yönüyle Peynir) Bildiriler Kitabı, sayfa: 261-273, Çetin Matbaacılık, Tekirdağ.
- Akbulut, N., Gönç, S., Kınık, Ö., Uysal, A., Akalın, S. ve Kavas, G.**, 1995, Bazı tuzlama yöntemlerinin beyaz peynir üretiminde uygulanabilirliği ve peynir kalitesine etkileri üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje no: 92 ZRF 037, (Yayınlanmamış) 66 s.
- Akbulut, N., Gönç, S., Kınık, Ö., Uysal, H., Akalın, S. ve Kavas, G.**, 1996, Bazı tuzlama yöntemlerinin beyaz peynir üretiminde uygulanabilirliği ve peynir kalitesine etkileri üzerine bir araştırma, I. Duysal ve mikrobiyolojik özelliklere etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1):9-15 s.
- Alekseeva, M.A., Anischenko, I.P., Schlegel, A.H., Ott, E.F., and Vorobjeva, L.I.**, 1983, Improving criteria of selection of *Propionibacteria* for cheesemaking. In: A.H. Shlegel (Ed.), Nauchno-Technichesky Progress, Barnaul, Altaiskii, 117-129 pp.
- Alewjin, M., Sliwinski, E.L., and Wouters, J.T.M.**, 2005, Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal*, 15: 733-740 pp.
- Altun, İ. ve Akyüz, N.**, 1998, Kahramanmaraş Elbistan Bölgesinde üretilen Kelle peynirinin bileşimi, teknik ve hijyenik özellikleri üzerine bir araştırma, V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu (Geleneksel Süt Ürünleri), Tekirdağ, 105-116.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anar, S. ve Şen, M.C.**, 1991, Determination of microbiological and chemical features of Mihaliç cheese consumed in Bursa district, *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 10(1-3):45-52 pp.
- Andiç, S., Tunçtürk, Y. ve Genççelep, H.**, 2010, Dondurarak depolama ve vakum ambalajlamanın motal peynirinde lipoliz ve organik asit değişimi üzerine etkisi, *Gıda*, 35(6):423-430 s.
- Andiç, S., Tunçtürk, Y. And Genççelep, H.**, 2011, The effect of different packaging methods on the formation of biogenic amines and organic acids in Kashar cheese, *Journal of Dairy Science*, 94: 1668-1678.
- Anonymous**, 2000, Determination of fatty acid composition in oive oils: methylation methods (paragraph 5in 2.301 IUPAC method “for preparation of the fatty acids methyl esters” or paragraph for in commision regulation CEE/72/77) International Olice Oil Council Analytical Method.
- Atasoy, A.F.**, 2004, Farklı tür sütlerden yapılan Urfa peynirinin nitelikleri üzerine değişik pastörizasyon normlarının ve starter kültürlerinin etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 261 s.
- Axelson, L.**, 2004, Lactic acid bacteria: Classification and physiology, (pp:1-68), In: Salminen, S., Von Wright, A., Ouwehand, A. Lactic acid bacteria: Microbiological and Fuctional Aspects, 3rd ed., Mae-rcel Dekker, Inc., New York.
- Ayad, E.H.E., Nashat, S., El-Sadek, N., Metwaly, H. and El-Soda, M.**, 2004, Selection of wild lactic acid bacteria isolated from traditional Egyptian dairy products according to production and technological criteria. *Food Microbiology*, 21:715-725 pp.
- Baer, A.**, 1995, Influence of casein proteolysis by starter bacteria, rennet and plasmin on the growth of propionibacteria in Swiss type cheese, *Lait*, 75:391-400 pp.
- Beuvier, E., and, Buchin, S.**, 2004, Raw Milk Cheeses, In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, (Eds.) Fox, P.F., Mc Sweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P., Volume 1, Third edition, Academic Press, UK, 319-345pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bracquart, P.**, 1981, An agar medium for the differentiation enumeration of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* in yoghurt, *Journal of Bacteriology*, 51: 303-305 pp.
- Beresford, T.P., Fitzsimons, N.A., Brennan, N.L. and Cogan, T.M.**, 2001, Recent Advances in Cheese Microbiology, *International Dairy Journal*, 11:259-274 pp.
- Bintsis, T. and Papademas, B.**, 2002, Microbiological quality of White brined cheeses, *International Journal of Dairy Technology*, 55: 113-120 pp.
- Botazzi, V., Battistotti, B., Vescovo, M., Rebecchi, A. and Bianchi, F.**, 1992, Development and lysis of homofermentative thermophilic lactobacilli lipolyses in cheese made from raw, pasteurised or high-pressure-treated goats' milk, *International Dairy Journal*, 11:175-179 pp.
- Bulut, B.**, 2006, Çiğ ve Pastörize Sütten İşlenen Mihalıç Peynirlerinin Kimyasal Bileşimi ve Olgunlaşma Sırasındaki Mikrobiyal Florasındaki Değişimin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Konya, 84s.
- Buffa, M., Guamis, B., Pavia, M. and Trujillo, A.J.**, 2001, Microcolonies in Grana cheese, *Annali di Microbiologia and Enzimologia*, 42:227-242 pp.
- Califano, A.N., and Bevilacqua, A.E.**, 1999, Freezing low-moisture Mozzarella cheese:changes in organic acid content, *Food Chemistry*, 64:193-198 pp.
- Cappa, F., Bottazzi, V., Bosi, F. and Parisi M.G.**, 1997, Characterization of propionibacteria in Grana cheese. *Scienza e Technica Lattiero-Caesaria*, 47:405-414 pp.
- Chamba, J.F. and Irlinger, F.**, 2004, Secondary and adjunct cultures, In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Ed. Fox, P.F., Mc Sweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P., pp.191-206, Elsevier Applied Science, London.
- Cogan, T.M. and Jordan, K.N.**, 1994, Metabolism of *Leuconostoc* bacteria, *Journal of Dairy Science*, 77: 2704-2717 pp.
- Çağlar, A.**, 1990, Kaşar Peynirinin Hızlı Olgunlaştırılmasında Proteaz ve Lipaz Enzimlerinin Kullanımı Üzerine Araştırmalar, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Erzurum, 92 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çakmakçı, S.**, 1996, Peynir Lezzeti ve Oluşumu – I. *Gıda* 21(4):261-268 s.
- Çokal, Y., Dağdelen, A., Cenet, O. and Günsen, U.**, 2012, Presence of *L. monocytogenes* and some bacterial pathogens in two Turkish traditional foods, Mihaliç cheese and Hoşmerim dessert, *Food Control*, 26:337-340.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., and Wilkinson, M.G.**, 2003a, Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge, *International Dairy Journal*, 13(11):841-866 pp.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., and Wilkinson, M.G.**, 2003b, Evidence of a relationship between autolysis of a starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese during ripening, *Journal of Dairy Research*, 70:105-113 pp.
- Coşkun, H.** 1995, Farklı metotlarla üretilen otlu peynirlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişimler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış), Van, 111 s.
- Darılmaz, D. Ö.**, 2010, Geleneksel Türk peynirlerinde propiyonik asit bakteri türlerinin belirlenmesi ve bazı probiyotik özelliklerinin araştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Ankara, 176 s.
- Dave, R.I. and Shah, N.P.**, 1996, Evaluation of Media for Selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, and Bifidobacteria, *Journal of Dairy Science*, 79:1529-1536 pp.
- Dave, R.I. and Shah, N.P.**, 1998, Ingredient supplementation effects on viability probiotic bacteria in yogurt, *Journal of Dairy Science*, 81(11): 2804-2816 pp.
- Dayıcı, R.**, 2000, İnek, koyun ve keçi sütleri kullanılarak yapılan Mihaliç peynirlerinin özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 23 s.
- Deborde, C.**, 2002, *Propionibacterium spp.*, 2330-2339, In: Encyclopedia of Dairy Sciences, Eds: Roginski, H., Fuguay, J.W., Fox, P.F., Academic Press, London.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Deeth, H.C. and Fitz-Gerald, C.H.,** 1995, Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk product, In P.F. Fox (Ed.). *Advanced Dairy Chemistry -2: Lipids, 2nd Edition*, Chapman and Hall, London.
- Demarigny, Y., Beuvier, Y., Dasen, A. and Duboz, G.,** 1996, Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses, 1. Evolution of microflora during ripening and characterization of facultatively heterofermentative lactobacilli, *Lait*, 76:371-387.
- Demir, T.,** 2008, Çirek Peynirinin Yapım ve Bileşim Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 59s.
- Demirci, M.,** 1988, Ülkemizin Önemli Peynir Çeşitlerinin Mineral Madde Düzeyi ve Kalori Değerleri, *Gıda*,13(1): 17-21 s.
- Demirci, M., Şimşek, O. ve Taşan, M.,** 1994, Ülkemizde Yapılan Muhtelif Tip Peynirler. 2. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu. Her Yönüyle Peynir. Tekirdağ, 12-13 Haziran 1991. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları. II. Baskı. No:125. S.273-281.
- Dervişoğlu, M. ve Yazıcı, F.,** 2001, Ripening changes of Kulek cheese in wooden and plastic containers, *Journal of Food Engineering*, 3:243-249 pp.
- Dinkçi, N.,** 1999, *Mucor miehei*'den elde edilen lipaz (Piccantase A) enziminin beyaz peynirin olgunlaşmasında kullanılması üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 119 s.
- Dinkçi, N.,** 2006, Klasik Kaşar Peyniri ve Eritme Tuzları Kullanılarak Yapılan Kaşar Benzeri Peynirlerin Ayırt Edilmesine Uygun Parametrelerin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu. Proje No: 2003-ZRF-007. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova-İzmir.
- Dönmez M., Seçkin A., Sağdıç O. and Şimşek B.,** 2005, Chemical Characteristics, Fatty Acid Compositions, Conjugated Linoleic Acid Contents and Cholesterol Levels of Some Traditional Turkish Cheeses. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56 (3): 157-163 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dupuis, C., Corre, C. and Boyoval, P.,** 1995, Proteinase activity of dairy propionibacterium, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 15:750-755 pp.
- Eliskases-Lechner, F., Ginzinger, W., Ohm, H. and Tschanger, E.,** 1999, Raw milk flora affects composition and quality of Bergkase, 1. Microbiology and fermentation compounds, *Lait*, 79, 385-396 pp.
- Eralp, M.,** 1974, Peynir Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 553, Ders Kitabı, Ankara, 178 s.
- Ertekin, B. ve Seydim, Z.,** 2009, Laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet bileşenlerinin oluşumuna etkileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46(3):97-104 s.
- Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L.H. and Wallace, J.,** 1993, Biochemistry of cheese ripening (pp. 389-438). In P.F. Fox (Ed.), *Cheese Chemistry Physics and Microbiology*, Vol. 1, Chapman and Hall, London.
- Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H.,** 1996, Proteolysis in cheese during ripening, *Food Review International*, 12: 457-509 pp.
- Fox, P.F., O'Connor, T.P., McSweeney, P.L.H., Guinee, T.P. and O'Brien, N.M.,** 1996, Cheese: Physical, chemical, biochemical and nutritional aspects, *Advances in Food and Nutrition Research*, 39: 163-328 pp.
- Fox, P.F., and Wallace, J.M.,** 1997, Formation of flavour compounds in cheese, *Advances in Applied Microbiology*, 45:17-85 pp.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., and McSweeney, P.L.H.,** 2000, *Fundamentals of Cheese Science*, An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland, 585 p.
- Fröhlich-Wyder, M.T. and Bachman, H.P.,** 1993, Cheeses with propionic acid fermentation (pp. 141-156). In P.F. Fox (Ed.), *Cheese Chemistry Physics and Microbiology*, Vol. 1, Chapman and Hall, London.
- Gallerani, G., Gasperi, F., and Monetti, A.,** 2000, Judge selection for hard and semi hard cheese sensory evaluation, *Food Quality and Preference*, 11: 465-474 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Garabal, J.I., Rodriguez-Alonso, P. and Centeno, J.A.,** 2008, Characterization of lactic acid bacteria isolated from raw cow's milk cheeses currently produced in Galicia (NW Spain), *LWT* 41:1452-1458 pp.
- Gautier, M., Rouault, A., Sommer, P., Briandet, R. and Cassin, D.,** 1995, Bacteriophage infecting dairy propionibacteria, *Lait*, 75:427-434 pp.
- Georgala, A.K., Knadarakis, I.G., Kaminarides, S.E. and Anifntakis, E.M.,** 1999, Volatile free acid content of Feta and White-brined cheeses, *Australian Journal of Dairy Technology*, 54:5-8 pp.
- Georgola, A., Moschopoulou, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., Kandarakis, I. and Anifantakis, E.,** 2005, Evaluation of lipolyses during the ripening of traditional Feta cheese, *Food Chemistry*, 93:73-80 pp.
- Gölge, Ö.,** 2009, Kelle peynirlerinin özellikleri üzerine starter kültür kullanımının etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 97 s.
- Gölge Ö. ve Şahan N.,** 2008, Geleneksel Yöntemle Üretilen Kelle Peynirlerinin Bazı Kalite Özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, S. 677-680 s.
- Guinee, T.P., and Fox, P.F.,** 1993, Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects, pp. 257-302 in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol.1. (Eds) Fox, P.F., Chapman and Hall, London, UK.
- Güler, Z. ve Uraz, T.,** 2003, Peynirlerin tat ve kokusu üzerine serbest yağ asitlerinin etkileri, SEYES 2003, Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editör: N. Akbulut), Sayfa 173-178, Tıbyan Yayıncılık, İzmir.
- Güley, Z.,** 2008, Doğal Üretilen Küflü Peynirden İzole Edilen Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Aflatoksin B₁ ve Aflatoksin M₁ Üzerine Etkisinin Araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi Doktora Tezi, İzmir, 259s.
- Gürsoy, A., Gürseli A., Şenel, E., Deveci, O. ve Karademir, E.,** 2001, Yağ içeriği azaltılmış beyaz peynir üretiminde ısıtma işlemi uygulanan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kültürlerinin kullanımı, GAP II. Tarım Kongresi, 24-26 Ekim 2001, Bildiriler Kitabı s:269-178, Şanlıurfa.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gürsoy, O.**, 2005, Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi (Doktora Tezi), İzmir, 238s.
- Gürsoy, O. ve Kesenkaş, H.**, 2011, Peynir mikrobiyolojisi: Peynir Biliminin Temelleri, A.A. Hayaloğlu ve B. Özer (Eds.), 79-110s.
- Güven, M., Hayaloğlu, A.A. ve Karaca, O.B.**, 2003, Salamaura peynirlerde tuzlamanın mikrobiyolojik, biyokimyasal ve fiziksel etkileri, SEYES 2003, Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editör: N. Akbulut), Sayfa 341-346, Tibyan Yayıncılık, İzmir.
- Hannon, J.A., Wilkinson, M.G., Delahunty, C.M., Wallace, J.M., Morrissey, P.A. and Beresford, T.P.**, 2003, Use of autolytics tarter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese, *International Dairy Journal*, 13:313-323 pp.
- Hardie, J.M. and Wiley, R.A.**, 1995, The genus *Streptococcus* (pp. 55-124) In: Wood, B.J.M., Holzapfel, W.H., eds., The Genera of Lactic Acid Bacteria, Chapman and Hall, London.
- Hayaloğlu, A.A.**, 2003, Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 170 s.
- Hayaloğlu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., Hannon, J.A. and McSweeney, P.L.H.**, 2004, Proteolysis in Turkish White brined cheese made with defined strains of *Lactococcus*, *International Dairy Journal*, 14: 599-610 pp.
- Hayaloğlu, A.A., Bansal, N. and McSweeney, P.L.H.**, 2012, Influence of brine immersion and vacuum packaging on the chemistry, biochemistry, and microstructure of Mihalic cheese made using sheep's during ripening, *Dairy Science and Technology*, 92: 671-689 pp.
- Hayaloğlu, A.A. ve Karabulut, İ.**, 2010, Türkiye'de ekonomik değeri olan bazı peynir çeşitlerinin proteoliz, lipoliz ve aroma yönünden karakterizasyonu, Proje no:2007/31, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Hayaloğlu, A., Topçu, A. ve Koca, N.**, 2011, Peynir Analizleri: Peynir Biliminin Temelleri (Ed: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer (Eds.), 489-562s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hayaloğlu, A. ve Özer, B.**, 2011, Peynirde Olgunlaşma: Peynir Biliminin Temelleri (Ed: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer (Eds.)), 172-203s.
- Hayaloğlu, A.A. and Karabulut, İ.**, 2013a, Characterization and comparison of free fatty acid profiles of eleven varieties of Turkish cheeses, *International Journal of Food Properties*, 16:1407-1416 pp.
- Hayaloğlu, A.A. and Karabulut, İ.**, 2013b, Primary and secondary proteolysis in eleven Turkish cheese varieties, *International Journal of Food Properties*, 16:1663-1675 pp.
- Hayashi, K., Revell, D.F., and Law, B.A.**, 1990, Effect of partially purified extracellular serine proteinases produced by *Brevibacterium linens* on the accelerated ripening of Cheddar cheeses, *Journal of Dairy Science*, 73: 579-583 pp.
- Hayes, M.G., Oliveira, J.C., McSweeney, P.L.H. and Kelly, A.L.**, 2002, Thermal inactivation of chymosin during cheese manufacture, *Journal of Dairy Research*, 69:269-279.
- Hemme, D. and Foucaud-Scheunemann, C.**, 2004, *Leuconostoc*, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods, *International Dairy Journal*, 14: 467-494 pp.
- IDF (International Dairy Federation)**, 1991, Chemical methods for evaluating proteolysis in cheese maturation. IDF Standart, Bulletin No:261, Brussels, Belgium.
- James, C.S.**, 1995, Analytical Chemistry of Foods Chapman and Hall, Oxford, USA, 86-89 pp.
- Jan, G., Roualult and A.İ Maubois, J-L.**, 2000, Acid stress susceptibility and acid adaption of *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*, *Lait*, 80, 325-336 pp.
- Johson, J.A.C., Etzel, M.R., Chen, C.M.M. and Johson, M.E.**, 1995, Accelerated ripening of reduced-fat cheddar cheese using for attenuated *Lactobacillus helveticus* CNZR-32 adjuncts, *Journal of Dairy Science*, 78(4): 769-776 pp.
- Kamber, U.**, 2008, The traditional cheeses of Turkey: “Marmara Region”, *Food Reviews International*, 24: 175-192 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massourasi T.,** 2007, Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine, *Food Chemistry*, 2007: 219-225.
- Karaca, O.B.,** 2007, Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 174 s.
- Kawabata, S., Vassal, L., Le Bars, D., Cesselin, B., Nardi, M. And Gripon, J.C. and 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 pp.
- Kerjean, J.R., Condon, S., Lodi, R., Kalantzopoulos, G., Chamba, J.F., Suomalainen, T., Cogan, T. and Moreau, D.,** 2000, Improving the quality of European hard-cheeses by controlling of interactions between lactic acid bacteria and propionibacteria, *Food Research International*, 33:281-287 pp.
- Kesenkaş, H.,** 2005, Beyaz Peynir Üretiminde Bazı Mayaların Starter Kültür Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi (Doktora Tezi).
- Kılıç, S.,** 2001, Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:542, Bornova-İzmir, 451 s.
- Kılıç, S.,** 2004, Kırtokmak peyniri, özellikleri ve yapılışı, 1. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 23-24 Eylül, Van.
- Kılıç, S.,** 2008, Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri, 2. Baskı, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 451 sayfa.
- Kılıç, S.,** 2010, Süt Mikrobiyolojisi. SİDAS Medya Ltd. Şti. Yayın No:006-1B, İzmir, 641 s.
- Kılıç, S.,** 2011, Peynir starter kültürleri: Peynir Biliminin Temelleri, A.A. Hayaloğlu ve B. Özer (Eds.), 79-110s

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kınık, Ö., Gürsoy, O. and Seçkin, A.K.,** 2005, Cholesterol content and fatty acid composition of most consumed Turkish hard and soft cheeses, *Czech Journal of Food Sciences*, 23(4):166-172 pp.
- Kiernan, R.C., Beresford, T.P., O’Cuinn, G. and Jordan, K.N.,** 2000, Autolysis of Lactobacilli during Cheddar cheese ripening, *FSTA Abstracts*, 33(1):256-257 pp.
- Klienhenz, J. and Harper, W.J.,** 1997, Molecular weight free fatty acids in full fat and low fat Swiss cheese, *Milchwissenschaft*, 52(11): 622-625 pp.
- Kocaoğlu-Vurma, N.A., Harper, W.J., Drake, M.A. and Courtney, M.D.,** 2008, Microbiological, chemical, and sensory characteristics of Swiss cheese manufactured with adjunct *Lactobacillus* strains using a low cooking temperature, *American Dairy Science Association*, 91:2947-2959 pp.
- Kok, J.,** 1993, Genetics of proteolytic enzymes of lactococci and their role in cheese flavour development, *Journal of Dairy Science*, 76: 2056-2064 pp.
- Kondyli, E., Katsiari, M.C., Massouras, T. and Voutsinas, L.P.,** 2002, Free fatty acids and volatile compound of low fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture, *Food Chemistry*, 79:199-205 pp.
- Kurt, A.,** 1984, Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi (3. baskı), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın no:18, Erzurum, 171 s.
- Kurtuluş, M., Şen., C. ve Temelli, S.,** 2002, Mihaliç peynirinin yapımı ve olgunlaşması sırasında *Yersinia enterocolitica*’nın canlı kalabilme yeteneğinin incelenmesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27:1029-1034 s.
- Kurt, A.,** 1990, Süt Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi, Yayın no: 257, Erzurum. 398 s.
- Kurt, A. ve Çakmakçı, S.,** 1991, Peynir randımanını arttıran bazı uygulamalar, *Gıda Sanayi*: 49-52 s.
- Küçüköner, E.,** 2011, Peynirtozu ve peyniraltısu tozu üretimi, 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 19-20 Kasım, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Law, B.A.**, 1987, Proteolysis in Relation to Normal and Accelerated Cheese Ripening. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Edited by P. F. Fox, Elsevier Applied Sci. Volume 1, Chapter 10, 365-393s, London, U.K.,
- Law, J., Fitzgerald, G.F., Lowe, T.U., Daly, C. and Fox, P.F.**, 1993, The contribution of lactococcal starter proteinases to proteolysis in cheddar cheese, *Journal of Dairy Science*, 76: 2455-2467 pp.
- Lawler, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G. and Sheehan, J.J.**, 2002, Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard type cheeses, *International Dairy Journal*, 12: 493-509 pp.
- Lemee, R., Lortal, S. and Van Heijenoort, J.**, 1995, Autolysis of dairy propionibacteria: Isolation and renaturing gel electrophoresis of the autolyses of *Propionibacterium freudenreichii* CNRZ 725, *Lait*, 75:345-365 pp.
- Lnchy, C.M., McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cogan, T.M. and Drinan, F.D.**, 1996, Manufacture of Cheddar cheese with and without adjunct lactobacilli under controlled microbiological conditions, *International Dairy Journal*, 6:851-867 pp.
- Lombardi, A.M., Bevilacqua, A.E. and Califano, A.N.**, 1994, Variation in organic acid content during ripening of Reggiano cheese in air-tight sealed bags, *Food Chemistry*, 51:221-226 pp.
- Liu, S-Q. and Holland, R.**, 2002, *Leuconostoc* spp., In: Encyclopedia of Dairy Sciences, Ed. Roginski, H., Fuguay, J.W., Fox, P.F., pp. 1539-1543, Academic Press, London.
- Lues, J.F.R.**, 2000, Organic acid and residual sugar variation in a South African Cheddar Cheese and possible relationships with uniformity, *Journal of Food Composition and Analyses*, 13: 819-825 pp.
- Lues, J.F.R. and Bekker, A.C.M.**, 2002, Mathematical expressions for organic acids in early ripening of a Cheddar cheese, *Journal of Food Composition and Analyses*, 15(1):11-17 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mallatou, E., H., Pappa, E., and Massouras, T.,** 2003, Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats' milk, *International Dairy Journal*, 13:211-219 pp.
- Manolaki, P.,** Katsiari, M.C., Alichanidis, E., 2006, Effect of a commercial adjunct culture on organic acid contents of low-fat Feta-type cheese, *Food Chemistry*, 98:658-663 pp.
- McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F.,** 1997, Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening, *Lait*, 77: 41-76.
- McSweeney, P.L.H. and Sousa, M.J.,** 2000, Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening, *Lait*, 80:293-324 pp.
- McSweeney, P.L.H.,** 2004, Biochemistry of cheese ripening, *International Journal of Dairy Technology*, 57:127-144 pp.
- McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F.,** 2004, Metabolism of residual lactose and of lactate band citrate (pp. 361-371), In P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan, T.P. Guinee (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 1, Elsevier Academic Press, London.
- MEGEP,** 2011, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Gıda Teknolojisi, Mihaliç Peyniri, 541GI0028, 26 s.
- Metin, M.,** 2001, Süt Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:33, İzmir, 802 p.
- Metin, M. and Öztürk, M.F.,** 2002, Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri Ege Üniversitesi, Ege M.Y.O. Yayınları No:24, 323 s.
- Michaelidou, A., Katsiari, M.C., Kondyli, E., Voutsinas, L.P. and Alichanidis, E.,** 2003, Effect of commercial adjunct culture on proteolysis in low-fat Feta-type cheese, *International Dairy Journal*, 13(2-3):179-189 pp.
- Mocquot, G.,** 1979, Reviews of the progress of dairy science: Swiss type cheese, *Journal of Dairy Research*, 46:133-160 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Molimard, P. and Spinnler, H.E.**, 1996, Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: origins and properties, *Journal of Dairy Sciences*, 79:169-184 pp.
- Musullugil, S.**, 2009, Peynirde Gözenek Oluşumu, Yüksek Lisans Semineri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Nieto-Arribas, P., Sesena, S., Poveda, J.M., Palop, L. and Cabezas, L.**, 2010, Genotypic and technological characterization of *Leuconostoc* isolates to be used as adjenct starters in Manchego cheese manufacture, *Food Microbiology*, 27:85-93 pp.
- Nunez, M., Guillen, A.M., Rodriguez-Martin, M.A., Marcilla, A.M., Gaya, P., and Medina, M.**, 1991, Accelerated ripening of ewe's milk manchego cheese: The effect of neutral proteinases, *Journal of Dairy Science*, 74:4108-4118 pp.
- Ocando, A.F., Granados, A., Basanta, Y., Gutierrez, B. and Cabrera, L.**, 1993, Organic acids of low molecular weight produced by lactobacilli isolated from Palmita-type Venezuelan cheeses, *Food Microbiology*, 10(1): 1-7 pp.
- Ong, L. and Shah, N.P.**, 2009, Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles, *Food Science and Technology*, 42:1260-1268 pp.
- Oysun, G.**, 1996, Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üni. Ziraat Fak. Yayınları, No: 504, Bornova, İzmir, 306 s.
- Öner, Z. ve Şanlıdere, H.A.**, 2003, Keçi Sütüyle Yapılan Mihaliç Peynirinin Özelliklerinin Belirlenmesi, Süt Endüstrisi'nde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir.
- Öner Z. and Aloğlu H.**, 2004, Some Characteristics of Mihaliç: A Traditional Turkish Cheese, *Milchwissenschaft*, 59: 628–631 pp.
- Özcan, T.**, 2000, Starter, Proteaz ve Lipaz Kullanımının Mihaliç Peynirinin Olgunlaşma Süresine Etkisi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özcan, T., and Kurdal, E.,** 2012, The effect of using a starter culture, lipase and protease enyzmes on ripening of Mihalic cheese, *International Journal of Dairy Technology*, 65(4): 585-593.
- Özdemir, C., Özdemir, S., Demirci, M., Çelik, Ş. and Sönmez, İ.,** 2004, The Microbiological and Physicochemical Properties of Mihaliç Cheeses, *International Dairy Symposium*. May 24-28. 243 s.
- Özer, B.,** 2006, Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa.
- Özer, B. ve Hayaloğlu, A.A.,** 2011, Tarihsel Gelişim: Peynir Biliminin Temelleri, A.A. Hayaloğlu ve B. Özer (Eds.), 79-110 s.
- Öztek, L.,** 1985, Organik asitlerin önemi ve peynirin kalitesi üzerine etkileri, *Gıda*, 10, 4:247-254 s.
- Pappas, C.P., Kondyli, E., Voutsinas, L.P. and Malatou, A.,** 1996, Effects of starter level, draining time anda aging on the physicochemical, organoleptic and reological properties of Feta cheese, *Journal Society of Dairy Technology*, 49:113-118 pp.
- Park, Y.W. and Drake, M.A.,** 2005, Effect of three months frozen-storage on organic acid contents and sensory properties, and their corelations in soft goat milk cheese, *Small Ruminant Research*, 58:291-298 pp.
- Peterson, B.L., Dvae, R.I., McMahon, D.J., Oberg, C.J. and Broadbent, J.R.,** 2000, Influence of capsular and ropy exopolyscacharide-producing *Streptococcus thermophilus* on Mozzarella cheese and cheese whey, *Journal of Dairy Science*, 83:1952-1956.
- Picon, A., Gaya, P., Medina, M., and Nunez, M.,** 1997, Proteinases encapsulated in stimulated release liposomes for cheese ripening, *Biotechnology Letters*, 19(4): 345-348 pp.
- Piveteau, P.G., Condon, S. and Cogan, T.M.,** 2000, Inability of dairy proponibacteria to grow in mlk from low inocula, *Journal of Dairy Research*, 67:65-71.
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A., and Paschaloudis, N.,** 1999, Effect of time, temperature and extraction method on Trichloroactic acid-soluble nitrogen of cheese, *International Dairy Journal*, 9:559-568 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Porcellato, D., Ostlie, H.M., Brede, M.E., Martinovic, A. and Skeie, S.B.,** 2013, Dynamics of starter, adjunct non-starter lactic acid bacteria and propionic acid bacteria in low-fat and full-fat Dutch-type cheese. *International Dairy Journal*, 33:104-111 pp.
- Server-Busson, C., Foucaud, C. and Leveau, J.Y.,** 1999, Selection of dairy *Leuconostoc* isolates for important technological properties, *Journal of Dairy Research*, 66:245-256 pp.
- Şahingil, D.,** 2012, Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılan Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Proteoliz, ACE-İnhibisyon Aktivitesi ve Aroma Oluşumuna Etkilerinin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 163 s.
- Quwehand, A.C.,** 2004, The Probiotic Potential of Propionibacteria. In: Lactic Acid Bacteria. Microbiological and Functional Aspects, Ed. Salminen, S., Wright, A.W., Quewand, A., In: Food Science and Technology, A Series of Monographs, Textbooks and Reference Books.
- Quwehand, A.C., Suomalainen, T.İ Tölkö, S. and Salminen, S.,** 2002, In vitro adhesion of Propionic acid bacteria to human intestinal mucus, *Lait*, 82:123-130 pp.
- Renner, E.,** 1993, Milchpraktikum Skriptum zu den Übungen, Justus Liebig Universität, Giesen, Germany, 76p.
- Sebastiani, H. and Tschager, E.,** 1993, Succinatbuldung durch propionsaurebakterien – eine ursanceder nachgarung von emmantaler, *Deutsch Molk Rei-Zeitung*, 114: 76-80.
- Sert, D., Ayar, A., and Akın, N.,** 2007, The effect of starter culture on chemical composition, microbiological and sensory chracteristics of Turkish Kaşar cheese during ripening, *International Journal of Dairy Technology*, 60:245-252 pp.
- Sheehan, J.J., Fenelon, M.A., Wilkinson, M.G. and McSweeney, P.L.H.,** 2007a, Effect of cook temperature on starter and non-starter lactic acid bacteria viability, cheese composition and ripening indices of a semi-hard cheese manufactured using thermophlic cutures, *International Dairy Journal*, 17:704-716 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sheehan, J.J., Oliveira, J.C., Kelly, A.L. and McSweeney, P.L.H.,** 2007b, Effect of cook temperature on primary proteolysis and predicted residual chymosin activity of a semi-hard cheese manufactured using thermophilic cultures, *International Dairy Journal*, 17:826-834 pp.
- Sheehan, J.J., Wilkinson, M.G. and McSweeney, P.L.H.,** 2008, Influence of processing and ripening parameters on starter, non-starter and propionic acid bacteria and on the ripening characteristics of semi-hard cheeses, *International Dairy Journal*, 18:905-917 pp.
- Skei, S., Lindberg, C., and Narvhus, J.,** 2001, Development of amino acids and organic acid in Norvegia, influence of milk treatment and adjunct Lactobacillus, *International Dairy Journal*, 11:399-411 pp.
- Steffen, C.,** 1973, Lochbildung und vielsatz, *Schweizerische Milchzeitung*, 99(63), 487 p.
- Suolamaninen, T.H., and Mayra-Makinen, A.M.,** 1999, Propionic acid bacteria as protective cultures in fermented milks and breads, *Lait*, 79:165-174 pp.
- Şen, M.K.C.,** 1991, Mihaliç Peynirinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Şen, M.K.C., Temelli, S. ve Saltan Evrensel, S.,** 2003, Mihaliç peynirlerinin yapımı ve olgunlaşması sırasında *Yersinia enterocolitica*'nın canlı kalabilme yeteneğinin incelenmesi, *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 27:1027-1034 s.
- Tarakçı, Z., ve Küçüköner, E.,** 2006, Changes on physicochemical, lipolyses and proteolysis of vacuum packed Turkish Kashar cheese during ripening, *Journal of Central European Agriculture*, 7:459-464 pp.
- T.Ü.İ.K.,** 2011, Süt Ürünleri Üretim İstatistikleri: Kasım: 2010. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr
- TEAE,** 2007, Süt ve Süt Ürünleri Durum ve Tahmin: 2007-2008, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 53 s.
- Tekinşen, C.,** 1997, Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Konya, 326 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Thierry, A., Richoux, R., Kerjean, J.R. and Lortal, S.,** 2004, A Simple Screening Method for Isovaleric Acid Production by *Propionibacterium freudenreichii* in Swiss Cheese, 2003, *International Dairy Journal*, 14: 697-700 pp.
- Thierry, A., Falentin, H., Deutsch, S.M. and Jan, G.,** 2011, *Propionibacterium spp.*, 403-411, Encyclopedia of Dairy Sciences, Eds: Fuguay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, .L.H., Elsevier, 950 pp.
- Thomas, T.D. and Crow, C.L.,** 1983, Mechanism of D- lactic acid formation in Cheddar cheese, *New Zealand of Dairy Science and Technology*, 118:125-130.
- TS 591,** 2006, Beyaz Peynir, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tunçtürk, Y.,** 1996, Kaşar Peynirinin Starter Kültür, Proteinaz ve Lipaz Enzimleri İlavesiyle Hızlı Olgunlaştırılması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 140 s.
- Turner, K.W., Morris, H.A. and Martley, M.G.,** 1983, Swiss-type cheese II. The role of thermophilic lactobacilli in sugar fermentation, *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 18:117-123 pp.
- Tzanetakis, N., Ulou-Mastrogiannaki, A.V. and Litopoulou-Tzanetaki, E.,** 1995, The quality of white-brined cheese from goat's milk made with different starters, *Food Microbiol*, 12(1):55-63 pp.
- Upadhyay, V.H., McSweeney, P.L.H., Magboul, A.A.A. and Fox, P.F.,** 2004a, Proteolysis in cheese during ripening. (pp. 391-433). In P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan, T.P., Guinee (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 1, Elsevier Academic Press, London.
- Uraz, T. ve Karacabey, A.,** 1974, Türkiye’de Yapılan Muhtelif Tip Peynirler ve Özellikleri. Ankara Çayır Mera ve Zootekni Araştırma Enstitüsü, Yayın no: 44, 25 s.
- Uraz, T. Ve Gencer, N.,** 2000, Beyaz peynirde kalıp büyüklüğü ve salamura miktarının tuz alımı üzerine etkisi, *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 24:621-628.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Uysal, H., Kınık, Ö., ve Kavas, G.,** 2004, Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:560, Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir, 101 s.
- Üçüncü, M.,** 2004, A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt I), Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 543 Sayfa, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Üçüncü, M.,** 2004, A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt: II) Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F.,** 1996, Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Ege Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Yayınları No:19, Bornova-İzmir.
- Valence, F., Richoux, R., Thierry, A., Palva, A. and Lortal, S.,** 1998, Autolysis of *Lactobacillus helveticus* and *Propionibacterium freudenreichii* in Swiss cheese: First evidence by using species-specific lysis markers. *Journal of Dairy Research*, 65:609-620pp.
- Venema, D.P., Herstel, H., and Elenbaas, H.L.,** 1987, Determination of the ripening time of Edam and Gouda cheese by chemical analyses, *Netherlands Milk Dairy Journal*, 41: 215-216 pp.
- Visser, J.,** 1991, Factors affecting the rheological and fracture properties of hard and semi-hard cheese (pp. 49-61), In: Rheological and Fracture Properties of Cheese, No.268, Brussels, Belgium.
- Wyder, M.T., and Puhan, Z.,** 1999b, Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in aseptic cheese curd slurries, *International Journal Dairy Journal*, 9:111-124 pp.
- Yaşar, K.,** 2007, Farklı Pıhtılaştırıcı Enzim Kullanımının ve Depolama Süresinin Kaşar Peynirinin Olgunlaşma Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yaygın, H., Gahun, H. ve Karagülle, M.Ş.,** 1984, İnek, Koyun, Keçi Sütünden Yapılan Mihaliç Peynirinin Bazı Özellikleri Üzerinde Yapılan Araştırmalar, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21(3): 19-26 s.
- Yaygın, H. ve Kılıç, S.,** 1993, Süt Endüstrisinde Saf Kültür, Altındağ Matbaacılık, İzmir, 108 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yıldız, F.**, 2003, Ankara piyasasında Satılan Urfa Peynirlerinin Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinin Saptanması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 60 s.
- Yöney, Z.**, 1955, Mihaliç peynirlerinin yapılış terkipleri üzerinde araştırmalarla bunların diğer nev'ileri ile kıyaslanmaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:76, Çalışmalar:40, Ankara.
- Yun, J.J., Kiely, Y.J., Barbano, D.M., Kindstedt, P.S.**, 1993, Mozerella cheese: Impact of cooking temperature on chemical composition, proteolysis and functional properties, *Journal of Dairy Science*, 76(12): 3664-3673.
- Yvon, M. and Rijinen, L.**, 2001, Chhese flavour formation by amino acid catabolism, *International Dairy Journal*, 11:185-201.

ÖZGEÇMİŞ

Elif ÖZER 1982 yılında Kütahya’da doğdu. İlköğrenimini Gazi Kemal İlköğretim Okulun’nda tamamladı. 2000 yılında Kütahya Ali Güral Anadolu Lisesi’nden mezun olduktan sonra Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde okumaya başladı. Adı geçen bölümden 2004 yılında mezun oldu. 2008 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde “Bazı Katkı Maddelerin Ekmek Kalitesi ve Bayatlama Özellikleri Üzerine Etkisi” konusunda Yüksek Lisansı’nı tamamladı. Aynı yıl, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü’nde doktora eğitimine başladı. 2012 Ekim ayından itibaren bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. İngilizce bilen Elif ÖZER evli ve bir çocuk annesidir.

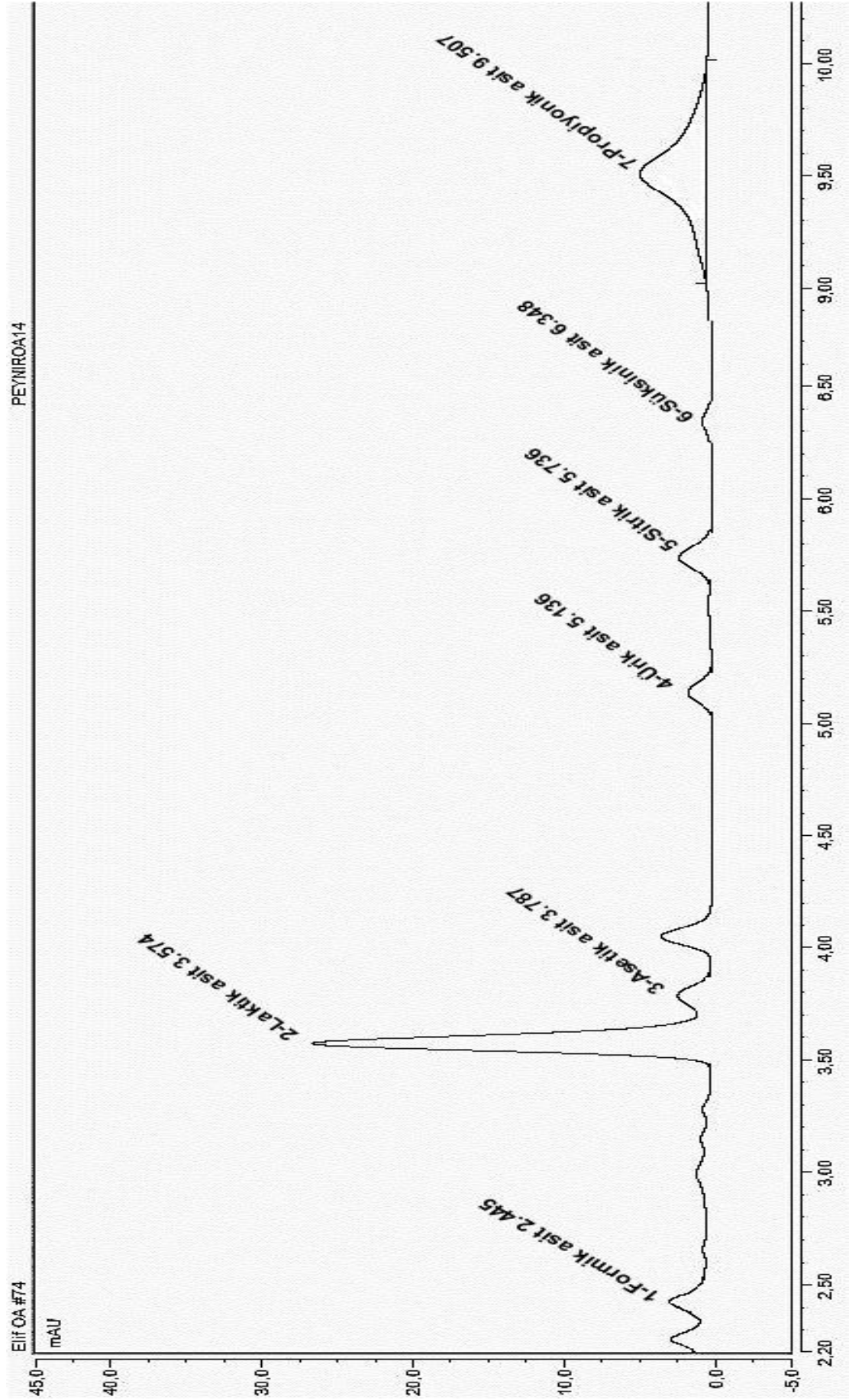
EKLER

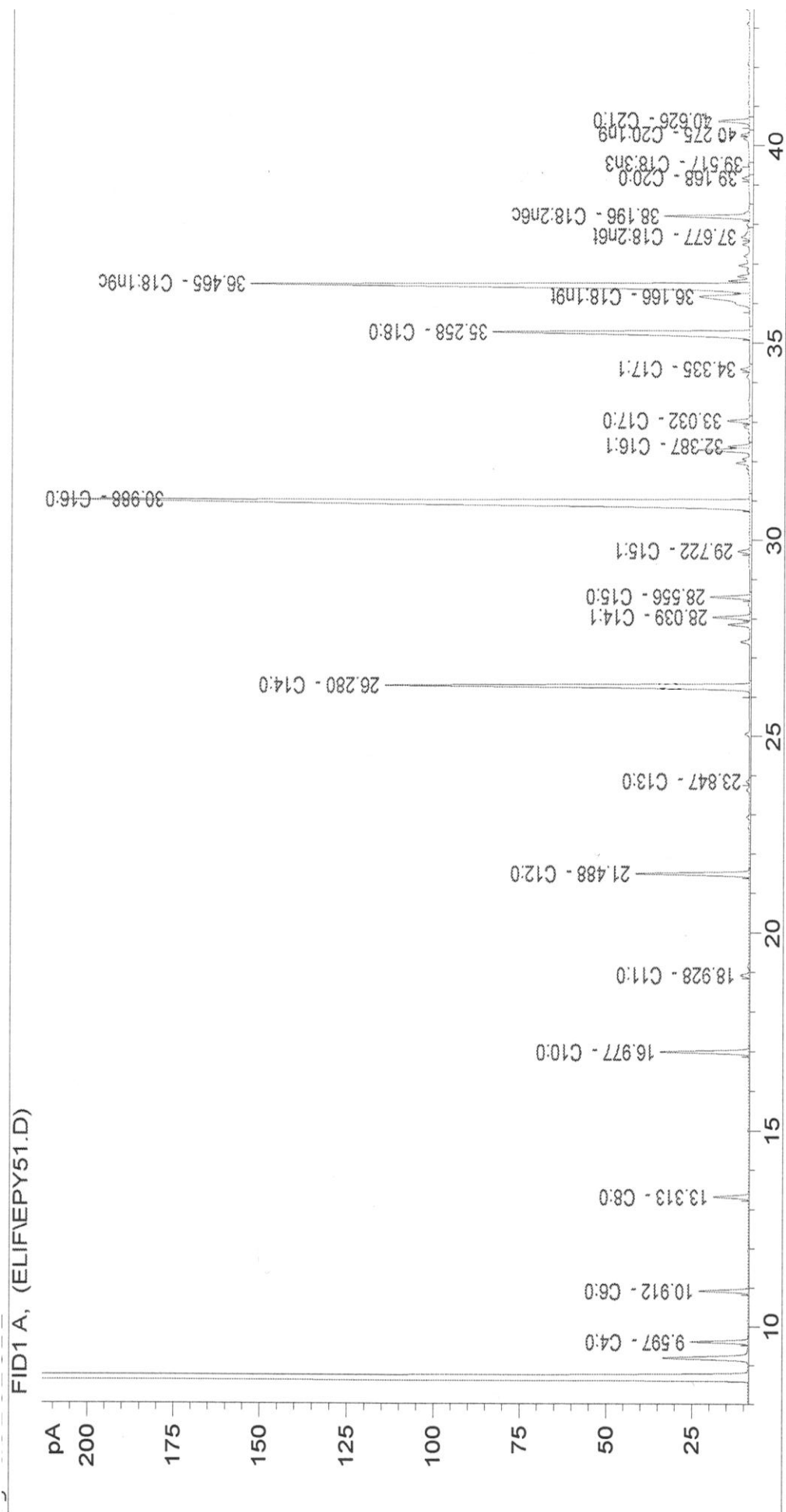
Ek 1 Mihaliç Peynirinde Bulunan Organik Asitlere Ait Kromotogram

Ek 2 Mihaliç Peynirinin Yağ Asitleri Kompozisyonuna Ait Kromotogram

Ek 3 YEL ve ST Besiyeri bileşimi

Ek 4 Duyusal Değerlendirme Formu





Ek 3

YEL besiyeri bileşimi (Darılmaz, 2010).

Bileşim	Miktar
Yeast Ekstrakt	10,0 g/L
Sodyum Laktat	10,0 ml/L
Pepton (Pankreatik Enzimlerle Parçalanmış)	10,0 g/L
Potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4)	0,25 g/L
Manganez sülfat ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0,005 g/L

ST besiyeri bileşimi (Dave and Shah, 1996).

Bileşim	Miktar
Trypton	10,0 g/L
Sukroz	10,0 ml/L
Maya ekstraktı	5,0 g/L
Dipotasyum fosfat (K_2HPO_4)	2,0 g/L
Bromcresol purple	0,03 g/L

Ek 4

Panelist Adı :

Tarih :

Not : Mihaliç Peyniri örneklerini 1-9 puan üzerinden değerlendiriniz.

	ÜRÜN KODLARI						
Değerlendirme Kriterleri							
Renk ve Görünüş							
Homojen Göz Dağılımı							
Tekstür							
Tat ve Aroma Yoğunluğu							
Tuzluluk							