

**EKZOPOLİSAKKARİT OLUŞTURAN KÜLTÜRLERLE
ÜRETİLEN YAĞLI VE DÜŞÜK YAĞLI
BEYAZ PEYNİRİN TEKSTÜR, MİKROYAPI VE
DİĞER ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

Elif DEMİRAL

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

2014

Her hakkı Saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**EKZOPOLİSAKKARİT OLUŞTURAN KÜLTÜRLERLE
ÜRETİLEN YAĞLI VE DÜŞÜK YAĞLI BEYAZ PEYNİRİN
TEKSTÜR, MİKROYAPI VE DİĞER ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

Elif DEMİRAL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**EKZOPOLİSAKKARİT OLUŞTURAN KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN
YAĞLI VE DÜŞÜK YAĞLI BEYAZ PEYNİRİN TEKSTÜR, MİKROYAPI VE DİĞER
ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında, Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ ortak danışmanlığında Elif DEMİRAL tarafından hazırlanan bu çalışma 21/08/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ö. İrfan KÜFREVİOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mustafa GÜRSES

İmza :

Üye : Prof. Dr. İhsan BAKIRCI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR

İmza :

Üye : Prof. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 18/09/2014 tarih ve 37/1257 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirışlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

EKZOPOLİSAKKARİT OLUŞTURAN KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN YAĞLI VE DÜŞÜK YAĞLI BEYAZ PEYNİRİN TEKSTÜR, MİKROYAPI VE DİĞER ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ

Elif DEMİRAL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Ortak Danışman: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Bu araştırmada, ekzopolisakkarit (EPS) üreten kültürlerin Beyaz peynir üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, yağlı ve yağsız inek sütünden farklı kültürler ile 2 tekerrürlü olarak üretilen Beyaz peynirlerde olgunlaşmanın, 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, aroma, tekstür, mikroyapı ve duyu özellikler incelenmiştir. EPS'nin yağlı ve yağsız peynirlerde farklı etkiler yaptığı belirlenmiştir. EPS üreten kültürle yapılan peynirlerde randıman, kontrol örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Streptokok ve laktokok sayıları depolama süresince tüm örneklerde azalmış ($p<0,01$), pH değerleri yağlı ve yağsız kontrol peynirlerinde önemli ($p<0,05$), diğer örneklerde ise önemsiz ($p>0,05$) derecede düşmüş, titrasyon asitliği artmıştır ($p>0,05$). Tüm peynirlerde kurumadde oranları olgunlaşma süresince azalmış ($p>0,05$), yağ oranları sabit kalmış ($p>0,05$), tuz miktarları artmış ($p<0,05$), toplam azot oranları azalmış; suda çözünen azot, %12'lik triklorasetik asitte çözünen azot oranları ve olgunlaşma indeksleri artmıştır. Uçucu bileşikler SPME/GC-MS metodu ile belirlenmiş ve peynirlerde 7 asit, 2 ester, 10 aldehit, 14 keton, 11 terpen, 14 alkol, 2 sülfürlü bileşik ve 17 diğer bileşikler olmak üzere toplam 77 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Depolama boyunca düzensiz değişimlerle, bazı karakteristik uçucu aroma bileşenleri farklı oranlarda tüm peynirlerde bulunmuştur. Uçucu bileşikler depolama süresinden etkilenmiş, ancak kültür farklılığından etkilenmemiştir. Tekstür profil analizlerine göre; depolama süresince sertlik, kontrol peynirleri hariç ($p<0,05$) diğerlerinde düşmüştür ($p>0,05$). Sakımsızlık ve çıgınebilirlik üzerine olgunlaşma süresi ve kültür etkili olmuştur. EPS'nin peynir mikroyapısı içinde protein matriksindeki dağılımı, konfokal lazer mikroskop ile görüntülenmiştir. Duyusal analizlerde; EPS üreten kültürle yapılan peynir örnekleri görünüş, doku, lezzet ve genel kabuledilebilirlik özelliklerinde en yüksek puanları almıştır. EPS üreten kültürle yapılan yağsız peynirler ise kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar alırken, EPS + klasik peynir kültürüyle birlikte yapılan peynirler daha fazla beğenilmiştir ($p>0,05$). EPS üreten kültürün, yağlı peynirlerde de tekstür ve aroma üzerine olumlu etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.

2014, 131 sayfa

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, Ekzopolisakkarit, Starter kültür, Aroma, Mikroyapı, Tekstür, Analiz

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF TEXTURE, MICROSTRUCTURE AND OTHER PROPERTIES FULL- FAT AND LOW-FAT BEYAZ CHEESE MADE USING EXOPOLYSACCHARIDE PRODUCING CULTURES

Elif DEMİRAL

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Co-supervisor: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

In this study, the possibilities of the usage of exopolysaccharide (EPS)-producing cultures in Beyaz cheese production have been researched. For this purpose, the microbiological, physical, chemical, flavor, texture, microstructure and sensory properties were investigated at days 1, 15, 30, 60 and 90 of cheese that produced in two replications with fat and non-fat cow milk via different cultures. It has been detected that the EPS has different effects on full-fat and non-fat cheeses. The yields value was the cheese produced with EPS-producing cultures. In all samples, the streptococcus and lactococcus count ($p < 0.01$) and pH level (fat and non-fat cheese ($p < 0.05$)) were decreased ($p > 0.05$) and, titratable acidity was increased ($p > 0.05$). In all cheeses, the dry matter ratio was increased during ripening period ($p > 0.05$), fat ratio was stable ($p > 0.05$), solid proportion was decreased ($p > 0.05$), total nitrogen ratio was decreased; water-soluble and 12% TCA-soluble nitrogen ratio and index of ripening were increased. Aroma components were detected by SPME/GC-MS method, 77 aroma components as 7 acids, 2 esters, 10 aldehydes, 14 ketones, 11 terpenes, 14 alcohols, 2 sulphurs and 17 other components were detected in all cheeses. During the storage period with irregular alteration, some characteristic aroma components were found in different ratios in all cheeses. Aroma components were affected from storage but not affected from culture differences. According to the texture profile analyze, the hardness parameter during the storage was decreased in all cheeses except uncultivated cheeses ($p < 0.05$). Ripening and culture were effective on gumminess and chewiness. In the study, the distribution of EPS in the protein matrix of cheese microstructure was imaged with confocal laser microscope. The cheeses produced with EPS cultures got the highest score sensory analyze parameters as appearance, texture, flavor and general acceptability. While the non-fat cheeses produced with EPS producing culture got more high score than control groups, the cheeses produced with EPS-producing cultures plus commercial cultures more enjoyed ($p > 0.05$). Also EPS producing culture was exhibited positive effect on texture and aroma in full-fat cheeses.

2014, 131 pages

Keywords: Beyaz cheese, Exopolysaccharide, Starter, Flavor, Microstructure, Texture, Analysis

TEŞEKKÜR

Tez konumun verilmesinde, araştırma ve tez yazımının bütün aşamalarında engin bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, desteklerini hiç esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI ve Sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ'a şükranlarımı sunarım. Öneri ve eleştiri ile çalışmalarına katkıda bulunan tez izleme komitesinin değerli üyeleri Sayın Prof. Dr. Ö. İrfan KÜFREVİOĞLU ve Sayın Prof. Dr. Mustafa GÜRSES'e teşekkür ederim.

Araştırmamın tekstür analizleri kısmında bana titizlikle yardımcı olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Müh. Bölümü'nden Sayın Doç. Dr. Talip KAHYAOĞLU ve Sayın Arş. Gör. Mustafa MORTAŞ'a, Erciyes Üniversitesi Gıda Müh. Bölümü'nden Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmet ÖZTÜRK ve Sayın Uzm. Okan BAYRAM'a, Veteriner Fakültesinden Sayın Prof. Dr. Berrin KOCAOĞLU GÜÇLÜ ve Sayın Öğr. Gör. Kanber KARA'ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışmalarımı yürüttüğüm Erciyes Üniversitesi. Safiye Çıkrıkçıoğlu M.Y.O. idaresi ve pilot tesis çalışanlarına yardımlarını esirgemedikleri için, araştırmanın istatistiksel olarak değerlendirilmesinde bana yardımcı olduğu için Sayın Yrd. Doç. Dr. Aytaç AKÇAY'a teşekkür ederim. Sevgili arkadaşlarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hale KOZLU, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ceyhan YÜCEL ve Sayın Neslihan BALABAN'a tezin yazımındaki desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca; çalışmam esnasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Sayın Prof. Dr. Orkun DEMİRAL, aileme ve kızım Nazlı'ya bütün kalbimle teşekkür ederim.

Elif DEMİRAL

Ağustos, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Starter kültür hazırlanması ve aktifleştirilmesi	26
3.2.2. Süt analizleri.....	27
3.2.3. Peynir mayası miktarının belirlenmesi.....	27
3.2.4. Beyaz peynir üretimi	27
3.2.5. Peynir analizleri.....	29
3.2.5.a. Randıman.....	29
3.2.5.b. Peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler.....	30
3.2.5.c. Peynir örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler	30
3.2.5.d. Peynir örneklerinde azotlu maddelerin belirlenmesi.....	31
3.2.5.e. Peynir örneklerinde yapılan uçucu bileşik analizi	32
3.2.5.f. Peynir örneklerinde yapılan tekstür profil analizi	32
3.2.5.g. Konfokal lazer taramalı mikroskop ile mikroyapının belirlenmesi.....	34
3.2.5.h. Peynir örneklerinde yapılan duyuşsal analizler	35
3.2.5.i. İstatistik analizler	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Peynir Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimleri	36
4.2. Starter kültürlerin pH gelişim değerleri.....	36
4.3. Peynir Analizleri.....	38

4.3.5.f. Dış yapışkanlık.....	106
4.3.6. Peynir örneklerinde konfokal lazer taramalı mikroskop ile mikroyapının belirlenmesi.....	107
4.3.7. Peynir örneklerinin duysal analiz sonuçları	110
4.3.7.a. Görünüş	111
4.3.7.b. Doku	112
4.3.7.c. Lezzet.....	114
4.3.7.d. Genel kabuledilebilirlik.....	115
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR	122
EKLER.....	130
EK 1.....	130
EK 2.....	131
ÖZGEÇMİŞ	132

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

dk	dakika
kob	koloni oluşturan birim
log	logaritma
sn	saniye

Kısaltmalar

DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EPS	Ekzopolisakkarit
FAO	Food and Agriculture Organization
KLTM	Konfokal Lazer Taramalı Mikroskop
LAB	Laktik Asit Bakterisi
Oİ	Olgunlaşma İndeksi
SÇA	Suda Çözünen Azot
SÇAOİ	Suda Çözünen Azot Miktarına Göre Olgunlaşma İndeksi
TCA	Triklor Asetik Asit
TÇA	TCA’da Çözünen Azot Miktarı
TÇAOİ	TCA’da Çözünen Azot Miktarına Göre Olgunlaşma İndeksi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
YPKS	Yağsız Peynir Kitlesindeki Su Oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen bileşenler.....	5
Şekil 1.2. LAB tarafından üretilen EPS'lerin sağlığı düzenleme etkileri	12
Şekil 2.1. Feta peynirindeki EPS'nin KLTM görüntüsü	19
Sekil 2.2. Feta peynirinde KLTM ile elde edilen EPS görüntüsü.....	20
Şekil 3.1. Beyaz peynirin üretim aşamaları	29
Şekil 3.2. Tekstür profil analizi ile ölçülen parametreler.....	34
Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan kültürlerin pH gelişim değerleri.....	37
Şekil 4.2. Üretilen Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen streptokok sayıları (log kob/g)	40
Şekil 4.3. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen laktokok sayıları (log kob/g)	42
Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin pH değerleri	43
Şekil 4.5. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)	46
Şekil 4.6. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kurumadde içerikleri (%).....	48
Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağ miktarları (%).....	50
Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağsız peynir kitlesindeki su oranları (%)	52
Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki tuz miktarları (%).....	53
Şekil 4.10. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki kül miktarları (%).....	56
Şekil 4.11. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki toplam azot miktarları (%)....	57
Şekil 4.12. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki protein miktarları (%)	59
Şekil 4.13. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki suda çözünen azot miktarları (%)	61
Şekil 4.14. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki SÇA'ye göre Oİ (%)	63
Şekil 4.15. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarları (%)...	65
Şekil 4.16. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarına göre Oİ (%).....	67
Şekil 4.17. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sertlik değerleri (kg)	98
Şekil 4.18. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin elastikiyet değerleri.....	100

Şekil 4.19. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sakızımsılık değerleri.....	102
Şekil 4.20. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (kg)	104
Şekil 4.21. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerleri.....	105
Şekil 4.22. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri	107
Şekil 4.23. Kültür ilavesiz ve ticari kültürle üretilen yağsız ve yağlı Beyaz peynirlerden elde edilen konfokal mikroskop görüntüleri	109
Şekil 4.24. EPS üreten kültür ve EPS+ticari kültürle yağlı ve yağsız Beyaz peynirlerden elde edilen konfokal mikroskop görüntüleri	110
Şekil 4.25. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin görünüş puanları	112
Şekil 4.26. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin doku puanları	113
Şekil 4.27. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin lezzet puanları.....	115
Şekil 4.28. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanları.....	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. TS 591'e göre Beyaz peynirin kimyasal özellikleri	2
Çizelge 1.2. Peynir olgunlaşması süresince biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan lezzet bileşikleri	4
Çizelge 1.3. LAB'nin ürettiği heteropolisakkaritlerin yapısı.....	9
Çizelge 1.4. Ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip LAB	10
Çizelge 4.1. Peynire işlenen sütlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	36
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan kültürlerin pH gelişim değerleri.....	37
Çizelge 4.3. Peynirlerde randıman değerleri.....	38
Çizelge 4.4. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen streptokok sayıları (log kob/g)	39
Çizelge 4.5. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen laktokok sayıları (log kob/g)	41
Çizelge 4.6. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin pH değerleri	43
Çizelge 4.7. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)	45
Çizelge 4.8. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kurumadde miktarları (%).....	47
Çizelge 4.9. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağ miktarları (%).....	49
Çizelge 4.10. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağsız peynir kitlesindeki su oranları (%)	51
Çizelge 4.11. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki tuz miktarları (%).....	53
Çizelge 4.12. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki kül miktarları (%).....	55
Çizelge 4.13. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki toplam azot miktarları (%)	57
Çizelge 4.14. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki protein miktarları (%)	58
Çizelge 4.15. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen suda çözünen azot miktarları (%).....	60
Çizelge 4.16. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki SÇA'ye göre Oİ (%)	62
Çizelge 4.17. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarları (%)	64
Çizelge 4.18. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki TÇA miktarına göre Oİ (%).....	66

Çizelge 4.19. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen asit bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	70
Çizelge 4.20. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ester bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	74
Çizelge 4.21. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aldehit bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	77
Çizelge 4.22. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen keton bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	81
Çizelge 4.23. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen terpen bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	85
Çizelge 4.24. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen alkol bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	88
Çizelge 4.25. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen sülfürlü bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	92
Çizelge 4.26. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen diğer bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%).....	93
Çizelge 4.27. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sertlik değerleri (kg)	98
Çizelge 4.28. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin elastikiyet değerleri.....	100
Çizelge 4.30. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (kg)	103
Çizelge 4.31. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerleri.....	105
Çizelge 4.32. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri	106
Çizelge 4.33. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin görünüş puanları (En yüksek puan 5).....	111
Çizelge 4.34. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin doku puanları (En yüksek puan 5).....	113
Çizelge 4.35. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin lezzet puanları (En yüksek puan 5).....	114
Çizelge 4.36. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanları (En yüksek puan 5).....	116

1. GİRİŞ

Beyaz Peynir Standardı'nda (TS 591) peynir, “İnek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi ve tekniğine uygun işlenmesi, gerektiğinde katkı maddelerinin ilavesi ve olgunlaştırılması sonucu elde edilen mamul” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2006). Açılacak olursa peynir inek, koyun, keçi ve manda sütleri veya bunların karışımlarının genellikle peynir mayası (rennet) olmak üzere bazen de zararsız organik asitlerle pıhtılaştırılması, pıhtının değişik şekillerde işlenmesi, süzülmesi, şekil verilmesi/baskılanması, tuzlanması ve çeşitli süre ve şartlarda olgunlaştırılması sonucunda elde edilen, besin değeri yüksek fermente bir süt ürünüdür.

Peynir dünyada binlerce çeşidi bulunan, özellikle proteinler, biyoaktif peptidler, aminoasitler, yağ, yağ asitleri, mineraller ve vitaminlerce zengin, yeterli ve dengeli beslenme açısından önemli, fermente bir süt ürünüdür. Teknolojik gelişmeler, kullanılan kültürler ve olgunlaşma şartlarına göre yapısı, tekstürü ve aroması değişkenlik göstermektedir (Steele and Ünlü 1992; Akalın 2011).

Sütün, çeşitli ülkelerde değerlendirilme şekillerine bakıldığında toplam süt miktarının önemli bir kısmının peynire işlendiği görülmektedir. Ülkemizde de 2011 yılı verilerine göre, üretilen yaklaşık 13,8 milyon ton sütün %40 kadarının peynir üretimi için işlendiği ve bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte kişi başına düşen peynir tüketiminin ortalama 7–10 kg/yıl olduğu bildirilmektedir (DPT 2001; FAO 2013). Diğer taraftan ülkemizde 100 çeşitten fazla peynir üretildiği ve bunlar içinde en çok üretilen/tüketilenlerin Beyaz peynir, Kaşar peyniri ve Tulum peyniri olduğu belirtilmektedir (Çakmakçı 2011).

Beyaz Peynir Standardı'na (TS 591) göre, Beyaz peynirde olması gereken kimyasal özellikler Çizelge 1.1'de verilmiştir (Anonim 2006).

Çizelge 1.1. TS 591'e göre Beyaz peynirin kimyasal özellikleri (Anonim 2006)

Özellik	Değer			
	Tam yağlı	Yağlı	Yarım yağlı	Yağsız
Yağ, kurumaddede % (m/m), en az	> 45	> 30	> 20	< 20
Rutubet , % (m/m), en çok	60	60	60	60
Tuz, kurumaddede, % (m/m), en çok	10	10	10	10
Titre edilebilir asitlik (laktik asit cinsinden) % (m/m), en çok	3	3	3	3
pH değeri, en az	4,5	4,5	4,5	4,5
Bakır (Cu), mg/kg, en çok	1	1	1	1
Kalay (Sn), mg/kg, en çok	250	250	250	250
Kurşun (Pb), mg/kg, en çok	0,05	0,05	0,05	0,05
Civa (Hg), mg/kg, en çok	0,03	0,03	0,03	0,03

Bilindiği gibi fermente gıdaların üretim temelini starter kültürler oluşturmaktadır. Starter kültürler, hammaddelere ilave edilerek standart fermente ürün elde edilmesini sağlayan, en az bir mikroorganizma türü içeren, yüksek hücre konsantrasyonundaki preparatlar olarak tanımlanabilir. Süt ürünleri teknolojisinde ise starter kültürler, zararlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlayan, ürüne özgü tat, aroma ve yapının oluşmasını sağlayan ve olabildiğince standart ürün elde etmek amacıyla süte katılan yararlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Leroy and Vuyst 2004; Kılıç 2008).

Starter kültürler arasında, laktik asit bakterileri (LAB) dünyada genel olarak süt, et ve sebze gibi pek çok ürünün muhafazası, duyuşal özellikleri ve besin değerlerinin geliştirilmesi için kullanılan en önemli ve yaygın olanlarıdır. Bu kültürler hızlı asit geliştirmeleri, sütün mikrobiyal olarak stabilizasyonunu sağlamaları, ürüne özel aroma geliştirmeleri, yapı oluşturma kapasiteleri ile miktar ve inkübasyon süresine bağlı olarak sağlığa faydalı etkilerinin olmasından dolayı süt teknolojisinde, önemli rol oynamaktadırlar. (Ricciardi *et al.* 2002; Leroy and de Vuyst 2004; Grattepanche *et al.* 2007). Sütte laktozun LAB tarafından fermentasyonu, asitliğinin artmasına sebep olur. Böylece ürün, bozulmalara neden olan bakterilerin gelişmesine ve çoğalmasına karşı

korunur. Bununla birlikte asitlik, yoğurt ve peynir gibi fermente ürünlerin kendilerine özgü taze ve hafif asit tatlarını da verir. LAB proteinler ve/veya yağları tipik aroma ve aroma bileşenlerine dönüştürürken, antimikrobiyal maddeler, şeker polimerleri, tatlandırıcılar, vitaminler ve enzimler de oluştururlar (Ruas- Madieto *et al.* 2002; Leroy and Vuyst 2004; Üçüncü 2005; Grattepanche *et al.* 2007; Kılıç 2008).

Peynir üretiminde starter kültür kullanımı sonucunda, aşağıdaki yararların sağlandığı belirtilmektedir (Kılıç 2008):

1. Peynirde asitliği arttırmak,
2. Peyniraltı suyunun çıkışını hızlandırmak,
3. Olgunlaşma sürecinde salamuradan tuz alımını azaltmak,
4. Peyniraltı suyuna geçen yağ ve protein oranını azaltmak,
5. Olgunlaşma sürecinde tat ve aroma oluşturmak,
6. Peynirde olgunlaşmayı hızlandırmak,
7. Bakterisit ve/veya bakteriyostatik etki göstermek.

Peynir, üretimi ve olgunlaştırılması sırasında biyolojik ve biyokimyasal açıdan dinamik bir yapıya sahiptir. LAB olgunlaşma sürecinde özellikle proteoliz ile peynirin tekstür ve lezzet gelişimine önemli katkı sağlarlar (Fox *et al.* 1996; Coşkun 2000; Mistry 2001; Hayaloğlu 2003). Olgunlaşma, taze peynirin çeşidine uygun lezzet ve tekstür kazanabilmesi için, değişik koşul ve sürelerde bekletilmesi ile gerçekleşen; fiziksel, mikrobiyolojik ve enzimatik tepkimelerle ortaya çıkan biyokimyasal olayların toplamı olarak tanımlanmaktadır (Üçüncü 2005; Çakmakçı 2008; Ertekin vd 2009). Olgunlaşmada rolü olan diğer faktörlerle (sütün doğal enzimleri, rennet, doğal mikroflora ve enzimleri vb.) birlikte LAB, peynir proteinlerini, lipidleri ve laktozu, öncelikle primer (lipoliz, proteoliz, laktoz ve sitrat metabolizması) sonra da sekonder (amino asit ve serbest yağ asitlerinin metabolizması) ürünlere parçalarlar (Coşkun 2000; Üçüncü 2005; Karaca 2007).

Peynirin olgunlaşması sürecinde biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda 3 temel süt bileşeninden (kazein, süt yağı ve laktoz) oluşan başlıca lezzet bileşikleri Çizelge 1.2’de verilmiştir (Fox *et al.* 1995).

Çizelge 1.2. Peynir olgunlaşması süresince biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan lezzet bileşikleri (Fox *et al.* 1995)

Kazein	Süt yağı	Laktoz
Peptidler	Yağ asitleri	Laktat
Amino asitler	Keto asitler	Pürivat
Asetik asit	Metil ketonlar	CO ₂
Amonyak	Laktonlar	Diasetil
Pirüvat		Asetoin
Aldehitler		2,3 Bütandiol
Alkoller		Asetaldehit
Karboksilik asit		Asetik asit
Sülfür bileşikleri		Etanol

Peynirin tekstüründen başka, tat ve aroması da tüketim açısından büyük öneme sahiptir. Tüketicinin tercihinde birincil etken aroma özellikleridir (Awad 2006; Öner vd 2006). Tipik peynir aroması lipoliz, proteoliz ve sonrasında amino asitlerin starter ve starter olmayan LAB tarafından parçalanması sonucu oluşur. Proteoliz sonucu oluşan peptidler, amino asitler ve bunların parçalanma ürünleri ise peynirde aroma oluşmasında en önemli etkenlerdir (Çakmakçı 1996; Fox *et al.* 1996).

Proteoliz enzimler tarafından katalizlenmektedir. Bu enzimler doğal süt enzimleri, pıhtılaştırıcılar, starter ve doğal mikroflora kaynaklı enzimler, ikincil starter mikroorganizma enzimleri ve ilave edilebilen proteinaz ve/veya peptidazlardır (Çakmakçı ve Şengül 1995; Ertekin vd 2009). Peynirin olgunlaşması sürecinde, kazein miselleri, rennetin etkisiyle yapısal olarak bozulmakta, daha sonra LAB enzimlerinin etkisiyle daha küçük peptid ve serbest amino asitlere parçalanmaktadır. Serbest amino

Şekil 1.1. Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen bileşenler (Tekinşen 1997)

Tekstür, peynir kalitesini belirleyen önemli parametrelerden biridir. Peynirde lezzet ve tekstür oluşumunu etkileyen faktörleri genel olarak; hammadde, işleme teknolojisi farklılıkları ve olgunlaştırma şartları olarak sıralamak mümkündür (Çakmakçı 2008). Peynirin tüm tekstürü ise pıhtılaştırıcı enzimlerin yanı sıra plazmin ve bakteri enzimlerinin ortak proteolizi sonucunda oluşmaktadır (Fox *et al.* 1996). Olgunlaşma sırasında tekstür gelişimi ilk olarak α_s kazeinin rennetin, sonrasında da β -kazeinin rennete göre daha yüksek oranda mikrobiyal proteinazların etkisiyle parçalanması sonucu gerçekleşir (Koçak 1988; Tunçtürk ve Yarımbatman 2005; Topçu ve Saldamlı 2006). Protein yıkım düzeyinin düşük veya yüksek olması tekstürel kusurlara neden olabilmektedir (Üçüncü 2005).

Tüketicinin, gıda ve sağlık açısından bilinçlenmesiyle birlikte, fonksiyonel gıdalara olan ilgisi de giderek artmıştır. Günümüzde tüketici, gıda katkı maddelerini giderek doğal olmayan ve güvensiz olarak tanımlamaktadır (Kılıç vd 2000; Leroy and Vuyst 2004). Ancak, gıda teknolojisinde çeşitli açılardan bu katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu maddelerin minimal kullanımı veya tamamen kullanılmaması hedefi doğrultusunda, son yıllarda endüstriyel anlamda fonksiyonel olabilecek starter kültürlerin kullanımına ağırlık verilmektedir. Fonksiyonel starter kültürler mikrobiyal güvenliğe katkılarının başka duyuşsal, teknolojik, beslenme ve sağlığa katkılarının dolaylı ilave faydalar da sağlamaktadır (Ruas-Madiedo *et al.* 2002).

LAB, fonksiyonel starter kültürlerin başında gelmektedir. Antimikrobiyal madde, şeker polimerleri, aromatik bileşikler, vitaminler ve faydalı enzimler üretmeleri ile probiyotik özellikleri nedeniyle çok uzun yıllardır fermente ürünlerde güvenle kullanılmaktadır (Leroy and Vuyst 2004). Tüm bu özelliklerinin yanında, LAB'nin bazı suşları uygun ortamlarda farklı yapıda polisakkaritler üretmektedirler (Kılıç vd 2000; Hassan *et al.* 2001; Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Leroy and Vuyst 2004; Grattepanche *et al.* 2007; Ayala-Hernandez *et al.* 2009). Bakteri dışına salgılanan polisakkaritler, ekzoselüler polisakkaritler veya ekzopolisakkaritler (EPS) olarak tanımlanmaktadır (Ruas-Madiedo *et al.* 2002). EPS'ler üretici suş tarafından; ortamın kurumasına, faj saldırılarına, protozoa yağmalamasına, toksik bileşiklere, antibiyotiklere ve ozmotik stres gibi

ortamda oluşabilecek tehlikelere karşı korunabilmek için sentezlenmektedirler. Ayrıca hücrenin yüzey ortamına tutunmasına ve koloni oluşturmaya da yardımcı olmaktadır (Looijesteijn *et al.* 2001; Şimşek ve Çon 2003). Üretilen bu polisakkaritler üretici suşlar tarafından katabolize edilemediklerinden enerji kaynağı olarak da kullanılamamaktadırlar (Broadbent *et al.* 2001; Vaningelgem *et al.* 2004; Milci ve Yaygın 2005; Ertekin vd 2009).

Mikroorganizmalar, intraselüler (depo) polisakkaritler, ekstraselüler polisakkaritler ve yapısal formdaki polisakkaritler olmak üzere üç ayrı polisakkarit sentezlemektedirler. Ekzopolisakkarit formları hücre duvarı ile birleşmiş kapsüller veya büyük miktarlarda hücre duvarı dışında biriken ve kültür ortamına yayılan mukoz salgılar (ropy) olarak üretilen yapılardır (Jolly *et al.* 2002; Yılmaz ve Çelik 2007). EPS'nin yüksek oranda su içerdiği ve yapısında hidrofobik veya hidrofilik kısımlar barındırdığı bildirilmektedir (Sutherland 2001).

Glikozid bağları ile birbirine bağlı monosakkarit birimlerinden oluşan EPS'ler tek tip monosakkaritten oluşabildiği gibi (homopolisakkarit), farklı monosakkaritlerden de (heteropolisakkarit) oluşabilmektedir (Broadbent *et al.* 2001; Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Şimşek ve Çon 2003; Korkmaz 2005). Homopolisakkaritler; glukan ve fruktan yapılarını içermektedir. Fruktanlar levan ve inülin benzeri yapılardan, glukanlar ise dekstran, mutan ve β -D-glukandan oluşmaktadır. Heteropolisakkaritler ise D-glukoz, D-galaktoz ve L-ramnoz ile nadir olarak N-asetilglikozamin, N-asetilgalaktozamin ve glukoronik asit içeren birimlerin tekrarından oluşmaktadır (Duboc and Mollet 2001).

Heteropolisakkaritler hücre içinde sentezlendikten sonra hücre dışına çıkarak hücrenin etrafını kuşatmaktadırlar. Bu süreçte bazıları lipopolisakkarit sentezinde de görev alan pek çok enzimden yararlanılmaktadır. Homopolisakkaritlerin sentezi farklıdır. Örneğin levan ve dekstran gibi homopolisakkaritlerin sentezinde farklı yollar izlenilmektedir. Hücre dışında üretilen bu EPS'ler sükroz varlığında sırasıyla levansükraz ve dekstransükraz enzimlerinin varlığında ekstraselüler olarak üretilmektedirler (Yılmaz ve Çelik 2007).

Süt teknolojisinde kullanılan mezofilik ve termofilik LAB'ların çoğunluğu heteropolisakkarit grubu EPS üretme özelliği taşımaktadır. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* heteropolisakkarit üreten başlıca LAB'lardır (Broadbent *et al.* 2001; Şimşek ve Çon 2003; Kawther *et al.* 2011). Çizelge 1.3'de LAB'ların ürettiği heteropolisakkaritlerin yapıları verilmiştir (Ruas-Madiedo *et al.* 2002).

LAB'nin ürettiği polisakkaritlerin miktarları, inkübasyon süresine, bakteri suşuna, substrat miktarına ve kompozisyonuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı bakteri suşlarının EPS üretimi stabil olmamaktadır. Ekzopolisakkarit üretimi, düşük inkübasyon sıcaklıklarında çoğalma durumunda artış gösterirken, nötre yakın pH'larda veya gelişme ortamındaki karbon / azot oranının yükselmesiyle de artmaktadır (Low *et al.* 1998; Jolly *et al.* 2002). Ancak LAB tarafından sentezlenen EPS'ler kimyasal kompozisyon, üç boyutlu yapı, elektriksel yük, katılık ve proteinlerle interaksiyon gibi pek çok özellik bakımından stabil olmadıklarından ürün viskozitesi ile EPS konsantrasyonu arasında bir korelasyondan bahsetmek pek mümkün olamamaktadır (Hassan *et al.* 1996). Farklı suşlar tarafından üretilen EPS miktarları değişmekle beraber, yapılan bir araştırmada *S. thermophilus*'un 45–340 mg/l, *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un ise 55-150 mg/l düzeyinde EPS ürettiği belirtilmiştir (Cerning *et al.* 1992). Diğer bir çalışmada ise bu değerler *S. thermophilus* için 50-350 mg/l; *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* için 60-150 mg/l; *Lc. lactis* ssp. *cremoris* için 25-600 mg/l ve *Lb. casei* için 50-60 mg/l olarak belirlenmiştir (Cerning 1995).

Çizelge 1.3. LAB'nin ürettiği heteropolisakkaritlerin yapısı (Ruas-Madiedo *et al.* 2002)

	Tekrarlayan Üniteler
<i>Lactobacillus</i>	
<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> 291	
<i>Lb. helveticus</i> Lb161	
<i>Lb. helveticus</i> K16	
<i>Lb. rhamnosus</i> C30	
<i>Streptococcus</i>	
<i>S. macedonicus</i> Sc136	
<i>S. thermophilus</i> SFi 20	
<i>S. thermophilus</i> Rs <i>S. thermophilus</i> Sts	
<i>S. thermophilus</i> MR-1C	
<i>S. thermophilus</i> S3	
<i>S. thermophilus</i> 8S ²	
<i>S. thermophilus</i> EU20	
<i>Lactococcus</i>	
<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> NIZOB39	
<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> NIZOB891	

■ β-D-glukoz, □ α-D-glukoz, ○ α-D-galaktoz, ● β-D-galaktoz, ◆ β-L-ramnoz, ◇ α-L-ramnoz.

Çizelge 1.4. Ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip LAB (Kılıç 2008)

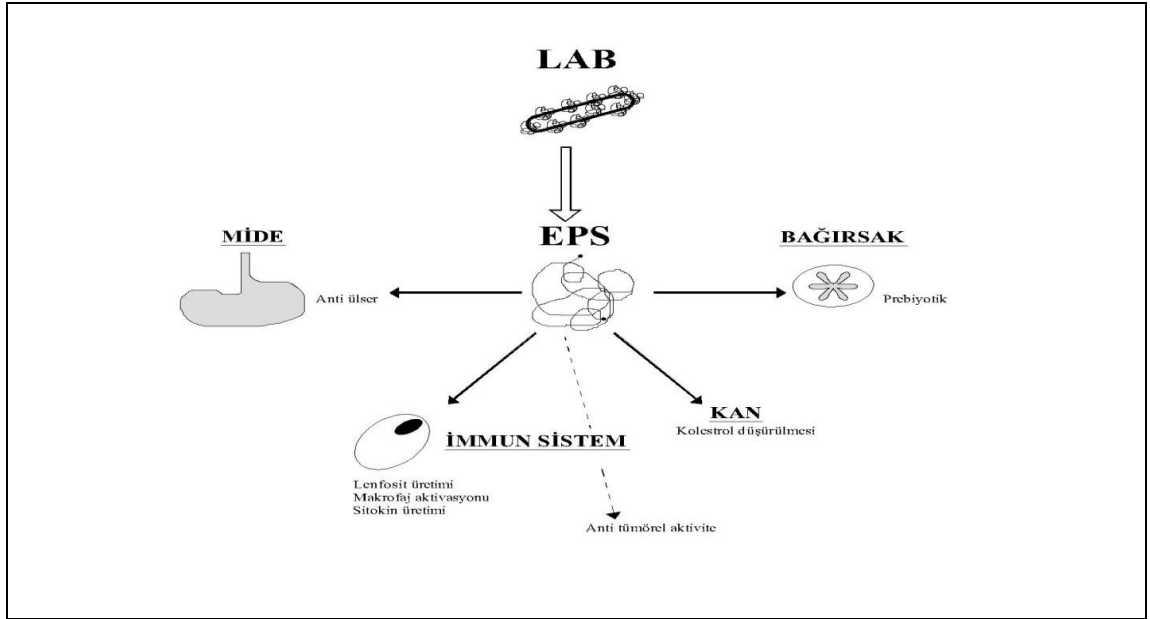
<i>Lactobacillus</i> spp.	<i>Streptococcus</i> ve <i>Lactococcus</i> spp .	<i>Leuconostoc</i> spp
<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i>	<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	<i>Leu. mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides</i>
<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	<i>Leu. mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i>
<i>Lb. hilgardii</i>	<i>S. salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i>	
<i>Lb. casei</i>	<i>S. mutans</i>	
<i>Lb. helveticus</i>	<i>S. sobrinus</i>	

Çizelge 1.4’de EPS üreten LAB verilmiştir (Kılıç 2008). LAB kültürlerinin ürettiği EPS’ler fermente ürünlerde viskoziteyi ve tekstürü geliştirici etki göstermektedirler (Ahmed *et al.* 2005, Grattepanche *et al.* 2007; Guzman *et al.* 2009). Yapılan çeşitli araştırmalarda, LAB tarafından üretilen EPS’lerin fermente süt ürünlerinin su tutma kapasitesini artırıcı ve tekstürel özellikleri geliştirici etkisi olduğu bildirilmiştir (Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Semjonovs *et al.* 2008; Ayala-Hernandez *et al.* 2009). Temelde kazeinden oluşan protein jelinin polisakkaritlerle olan etkileşimi sonucunda bakterinin ürettiği EPS, bakteriye bağlanır ve bunun sonucu olarak da sıvı fazda EPS konsantrasyonu artar ve oluşan yüksek orandaki EPS üründeki suyu bağlar (Duboc and Mollet 2001). Üründe EPS’nin varlığı ürünün aroması ve tekstürüne katkıda bulunurken son ürün stabilitesini de artırmaktadır (Hassan *et al.* 1996; Girard and Schaffer-Lequart 2007). LAB’nin EPS üreten suşlarının ürettiği EPS’ler çeşitli gıdalarda vizkozite artırıcı, stabilize edici veya su bağlayıcı olarak görev yapmakta ve bu ürün reolojisini geliştirici ve sinerezisi yavaşlatıcı rolleriyle Kuzey Avrupa, Doğu Avrupa ve Asya ülkelerinde yoğurt, ayran ve peynir teknolojisinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Duboc and Mollet 2001).

LAB’nin bulunduğu sıvı ortamlarda zamanla viskozitenin artması yalnızca oluşan polimer miktarına değil; polimerin tipi ve oluşan diğer metabolik ürünlere de bağlıdır.

Ortamdaki polisakkaritlerle kazein ve bakteri hücresi arası etkileşimler de ortamın vizkozitesi üzerinde olumlu rol oynamaktadır (Broadbent *et al.* 2001). Bu özelliklerinden dolayı EPS üreten laktik kültürler, süt teknolojisinde starter kültür olarak ve/veya ilave kültür olarak kullanılmaktadırlar. Bu ek kültürler peynire, asit oluşturmak dışındaki amaçlarla katılan, olgunlaşmayı hızlandırmak, peynirde lezzeti arttırmak, lezzet oluşumunu hızlandırmak ve/veya probiyotik özellik kazandırmak amacıyla dahil edilen kültürlerdir (Fox *et al.* 1998).

EPS'nin peynirde kullanılmasıyla, peynirin tekstürü (Ahmet *et al.* 2005; Awad 2006; Zisu and Shah 2006), su tutma kapasitesi, (Bhaskaracharya and Shah; 2001, Broadbent *et al.* 2001; Ahmet *et al.* 2005; Zisu and Shah 2006) ve duyu özelliklerinin (Ahmet *et al.* 2005; Mehenktaş 2006; Şanlı 2006) olumlu etkilendiği birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Ancak EPS üreten bakterilerin yukarıda belirtilen özelliklerin yanında peynirin aromasını da etkilediği düşünülmektedir. Böylece peynirin teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi ve ticari değerinin artırılması sağlanabilmektedir. Bunun yanında, her geçen gün artan yeni araştırmalarda, EPS'nin gıdayla birlikte tüketilmesinin sağlığa pozitif yönlü katkısı olduğu bildirilmektedir (Korakli *et al.* 2002; Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Ayala-Hernandez *et al.* 2009). EPS'lerin insan sağlığı açısından antitümör, antiviral, antiülser ve kolesterol düşürücü etkileri birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Kitazava *et al.* 1998; Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Yılmaz ve Çelik 2007). Şekil 1.2'de EPS'nin sağlık üzerindeki etkileri şematize edilmiştir (Ruas-Madiedo *et al.* 2002).



Şekil 1.2. LAB tarafından üretilen EPS’lerin sağlığı düzenleme etkileri (Ruas-Madiedo *et al.* 2002).

Bazı EPS’ler sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı gıda sanayi yanında, tekstil, deterjan, yapıştırıcı, kozmetik ve eczacılıkta da oldukça fazla kullanım alanı bulmaktadır (Yılmaz ve Yuvalı Çelik 2007).

Son yıllarda, gerek formunu korumak isteyen gerekse çeşitli kronik hastalıklardan kaçınan tüketiciler tarafından az yağlı ya da light olarak etiketlenen süt ürünleri daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle artık süt teknolojisinde az yağlı süt ürünlerinin üretimi önemli bir pazar payına sahip olmaktadır. Diğer taraftan, gıdalarla alınan yağ oranının azaltılmasına yönelik bir eğilim olmasına rağmen aynı zamanda tekstür ve tat-aroma bakımından da yüksek nitelikli ürün talebi de söz konusudur. Çünkü damak zevki ve görsellik bir ürünün tercih edilmesinde ana unsur olma özelliğini korumaktadır (Ahmed *et al.* 2005). Ancak, peynir teknolojisinde kabul edilebilir lezzete ve düzgün bir tekstüre sahip az yağlı ürün üretiminde bazı güçlükler ortaya çıkmaktadır. Bu güçlüklerin ana nedeni peynirin duyuşal niteliklerinin oluşumunun, genel olarak kazein, yağ ve sudan oluşan üç ana bileşene bağlı bulunmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu bileşenlerden yağ, peynirin aroma ve tekstüründe anahtar rolü oynamaktadır (Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Ahmed *et al.* 2005).

Peynirin yağ oranı azaldıkça protein matriksinin daha sıkı bir hal aldığı, daha sert ve lastiğimsi bir yapı olduğu ayrıca et benzeri ve atipik tat kusurları ile karşılaşıldığı belirtilmektedir (Mistry and Anderson 1993; Bryant *et al.* 1995). Az yağlı peynir üretiminde ağızdaki kremamsı hissi oluşturmak ve istenen tekstürü elde edebilmek için pıhtının nem içeriğinin normalden yüksek olması gerekir (Broadbent *et al.* 2001). Bu durum, peynirin randımanını da etkilemektedir. Pıhtıda tutulan su miktarını artırmak için başvurulacak yollardan bazıları; yüksek pastörizasyon sıcaklığı, düşük pişirme sıcaklığı, kısa pişirme süresi, pıhtının yıkanmasıdır. Ancak, sadece nem içeriğini artırarak tam yağlı peynirin özelliklerine benzer özellikler elde etmek de pek mümkün olmamaktadır (Drake and Swanson 1995).

Az yağlı peynirlerin tekstür ve aromasını geliştirmek için, işleme tekniklerinin modifiye edilmesi dışında önerilen diğer bir yöntem ise starter kültür seçimidir. EPS üreten LAB kültürlerinin kullanımı bu konudaki olası yollardan biri olarak görülmektedir. EPS, gıdalarda viskoziteyi artırma, stabilizasyonu sağlama ve su bağlama gibi fonksiyonel özellikler sağladığı için bu polimerleri üreten bakterilerin kullanımı peynir teknolojisinde ticari stabilizörlere ve yağ ikame maddelerine karşı bir alternatif oluşturabilmektedir (Broadbent *et al.* 2001; Ruas-Madiedo *et al.* 2002; Zisu and Shah 2006). Buna bağlı olarak tam yağlı bir ürüne olabildiğince yakın tat ve aromaya sahip az yağlı süt ürünlerinin üretimi konusunda yoğun çalışmalar yürütülmektedir (Perry *et al.* 1997; Bhaskaracharya and Shah 2001; Awad 2006; Costa *et al.* 2010).

Günümüzde yağlı peynirlerin tekstüründe de, ticari olarak kullanılan peynir kültürleri, üretim teknolojileri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak problemler yaşanmaktadır. Ekzopolisakkarit üreten LAB'ın üründe yapıyı düzenleme özelliklerinden yararlanarak yağsız peynirlerin yanı sıra yağlı peynirlerde de bu bakterilerden faydalanılabileceği üzerine araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Gıdaların tekstürü, sahip oldukları mikroyapı komponentleri ve bu komponentlerin birbiriyle olan ilişkisinden yüksek oranda etkilenmektedir. Peynir, üretimi ve depolanması sürecinde biyokimyasal açıdan dinamizme sahip bir ürün olduğundan

mikroyapı komponentlerinin incelenmesi, ürünün geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi açısından önemli bir uygulama olarak görülmektedir (Hassan *et al.* 2004).

Direkt mikroskopi teknikleri bu yapıların incelenmesinde basit ve yararlılık potansiyelleri yüksek olan uygulamalardır. Günümüzde, bu alanda en fazla elektron mikroskopi yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan, iletimli (Transmission Electron Microscopy) ve taramalı (Scanning Electron Microscopy) elektron mikroskopi yöntemleri peynir komponentlerinin incelenmesinde en yaygın olanlarıdır (Hassan *et al.* 2003). Ancak EM yöntemlerinde preparatların hazırlanmasındaki fiksasyon, dehidrasyon gibi yoğun prosedürler gıdaların doğal formlarında değişikliğe neden olmaktadır. Bununla birlikte EM sıcaklık farklarına dayalı işlemlerde ve hızlı bakılması gereken durumlarda yetersiz de kalmaktadır (Hassan *et al.* 2002b).

Bütün bu dezavantajlarından dolayı gıdalardaki mikroyapı incelemelerinde konfokal lazer taramalı mikroskopi (KLTM) tekniği giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tekniğin kullanılması ile numunelerde, fiksasyon, dehidrasyon gibi uygulamalara gerek duyulmadan zaman tasarrufu sağlanmakta ve artifakt riski azalmaktadır. Optik olarak üç boyutlu inceleme sağladığından mikroyapının dağılmadan izlenmesi mümkün olmaktadır. Floresan proplarla spesifik gıda komponentlerinin identifikasyonu sağlanabilmektedir. Gıda kompozisyonunun devamlı gözlenmesi mümkün hale gelmektedir (Parker *et al.* 1998; Auty *et al.* 1999; Hassan *et al.* 2002a).

Sıvı ve yarı katı numunelerin görüntülenebilmesini ve doğal ortamlarında majör komponentlerin görülebilmesini sağlayan bu teknik, gıdalarda starter kültürler tarafından üretilen EPS'nin mikroyapı içerisinde varlığını ve durumunu belirlemede ideal bir yöntemdir (Hassan *et al.* 2002b; Hassan 2008).

Lektinler karbonhidratlara bağlanabilen proteinlerdir. Ayrıca floresan konjugatları olarak ticari yönden de kolay elde edilebilmektedir. Lektinler, biyofilmlerdeki EPS'lere spesifik bağlanma affiniteleri ile numunelerdeki EPS'lerin gözlemlenebilir olmasını sağlamaktadırlar. Concanavalin A ve buğday tohumu aglutini, özellikle fermente süt

ürünlerinde mikroyapı içinde EPS'nin KLTM tekniği ile görüntülenmesinde yoğun olarak kullanılan lektinlerdir. Concanavalin A alfa mannopiranosile ve alfa glukopiranosile spesifik olarak bağlanırken; buğday tohumu aglutinini ise spesifik olarak N asetil glukozamin ve N asetilnöraminik aside bağlanarak işlev görmektedir (Auty *et al.* 1999; Hassan *et al.* 2002a; Hassan *et al.* 2002b; Kayanush 2004).

Dünyada ve ülkemizde EPS üreten kültürlerle ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar EPS'nin su tutma kapasitesi dikkate alınarak az yağlı ürünlerde yapıyı ve duyuşal özellikleri düzenlemek üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak EPS nin sağlığa olan katkıları dikkate alındığında sadece az yağlı ürünlerde değil yağlı ürünlerde de kullanılabilirliğinin araştırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, peynir üretiminde kullanılan, asitlik ve aroma gelişimini sağlayan ticari starter kültürlerle birlikte destek kültür olarak EPS üreten starter ilavesinin, yağsız ve yağlı inek sütünden üretilen Beyaz peynirin mikroyapısı, kompozisyonu, tekstürü, aroması ve duyuşal nitelikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Böylece peynirin teknolojik özellikleri ve ticari değerinin artırılmasının sağlanabileceği düşünülmüştür.

Bunun için, starter kültürlere ek kültür olarak EPS üreten *S. thermophilus* ilavesiyle Beyaz peynirin teknolojik, tekstürel ve aromatik özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Böylece yağlı ve yağsız Beyaz peynir üretimi ile EPS üreten kültürlerin, fonksiyonel Beyaz peynir elde etmek amacıyla ticari kültürlerle kombinasyonunun etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, yağlı ve yağsız inek sütüyle; starter kültür ilavesiz, ticari peynir kültürü (negatif ve pozitif kontrol grupları) olarak üretilen peynirlerden başka, ticari kültür + EPS üreten kültür kombinasyonu ve sadece EPS üreten starter kültürle Beyaz peynir üretilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirlerin; mikrobiyolojik, fizikokimyasal, kimyasal, tekstürel, aromatik ve duyuşal özellikleri ile mikroyapısı incelenmiştir. Araştırmada kullanılan KLTM tekniği, dünyada son yıllarda uygulanmaya başlanan yeni bir tekniktir. Sıvı ve yarı katı numunelerin görüntülenebilmesini sağlayan bu tekniğin, bu çalışmayla ülkemizde gıda uygulamalarında çok yeni bir teknik olduğu ve yapılan literatür

taramasında peynirlerde bu konuda bir araştırmaya rastlanmadığı görülmüştür. Ayrıca EPS üreten kültürlerin Beyaz peynirin aroma gelişimine katkısı bakımından aromatik bileşiklerin tespitine yönelik bir literatüre de rastlanmamıştır. Yapılan çalışmada EPS üreten kültürlerin peynirin olgunlaşma sürecinde oluşturduğu veya geliştirdiği aroma bileşenlerinin tespit edilmesi amaçlanmış ve aroma bileşenleri GC-MS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ekzopolisakkarit üreten bakterilerin süt ürünlerinde kullanımı ile ilgili çalışmalar son yıllarda daha çok ağırlık kazanmıştır. Ancak yapılan çalışmalara bakıldığında EPS'nin genellikle yağsız ve az yağlı süt ürünlerine yapısal ve duysal katkılarının incelendiği görülmektedir. Bu çalışmadaki gibi yağlı ve yağsız Beyaz peynirde EPS üreten bakterilerin, peynirin fizikokimyasal özellikleri, mikro yapısı, aroma bileşenleri, tekstürü ve duysal özelliklerine katkılarının incelendiği bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu araştırma ile ilgili olarak literatür taramasından elde edilen araştırmalar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Laktik asit bakterilerinin EPS üretme kapasiteleri üzerine yapılan çalışmalarda farklı türlerin, sıcaklık, pH ve kullanılan karbon kaynağı gibi gelişme koşullarına göre değişik oranlarda EPS sentezlendiği bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada *Lb. acidophilus* ve *S. thermophilus*'un EPS üretme kapasitesine, inkübasyon sıcaklığı ve sürenin etkisi incelenmiştir. *Lactobacillus acidophilus*'un 37°C ve 42°C'de 24 saatlik inkübasyon süresinin sonunda EPS üretiminin yüksek düzeyde olduğunu; bununla birlikte 30°C'de de dikkate değer düzeyde EPS sentezlediği bildirilmiştir. *S. thermophilus*'un ise, optimum gelişme sıcaklığından (37°C ve 42°C) düşük olan 30°C'de daha yüksek oranda EPS sentezlediğini bildirmişlerdir (Mozzi *et al.* 1995). Aynı konuda yapılan diğer bir çalışmada ise süt içerisinde LAB'ların heteropolisakkarit sentezleme kapasiteleri; *S. thermophilus* için 3000 mg/l, *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* için 2100 mg/l, *Lb. casei* için 490 mg/l ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* için 600 mg/l olarak tespit edilmiştir (Duboc and Mollet 2001).

Perry *et al.* (1997), az yağlı Mozzarella peynirinde tutulan su miktarını artırmak için EPS üreten kültür kullanımının etkilerini araştırmak üzere bir çalışma yapmışlar ve bunun için 4 farklı peynir örneği ile çalışmışlardır. Sonuçlar EPS içeren ve içermeyen starter kültürlerle yapılan peynirlerin nem ve erime özellikleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca yardımcı kültür ilavesi ile yapılan peynirlerde nem açısından önemli farklılıklar görülürken, erime özellikleri bakımından

belirgin bir farklılık saptanmamıştır. EPS üreten starter kültür ve yardımcı kültürün kullanıldığı peynirin nem içeriği %4 artmıştır. Sadece EPS üreten starter kültürün kullanıldığı peynirin nem içeriği kontrol peynirinden %3 daha fazla bulunmuştur. Ayrıca nem içeriği arttıkça erime özelliğinin de arttığı belirtilmiştir.

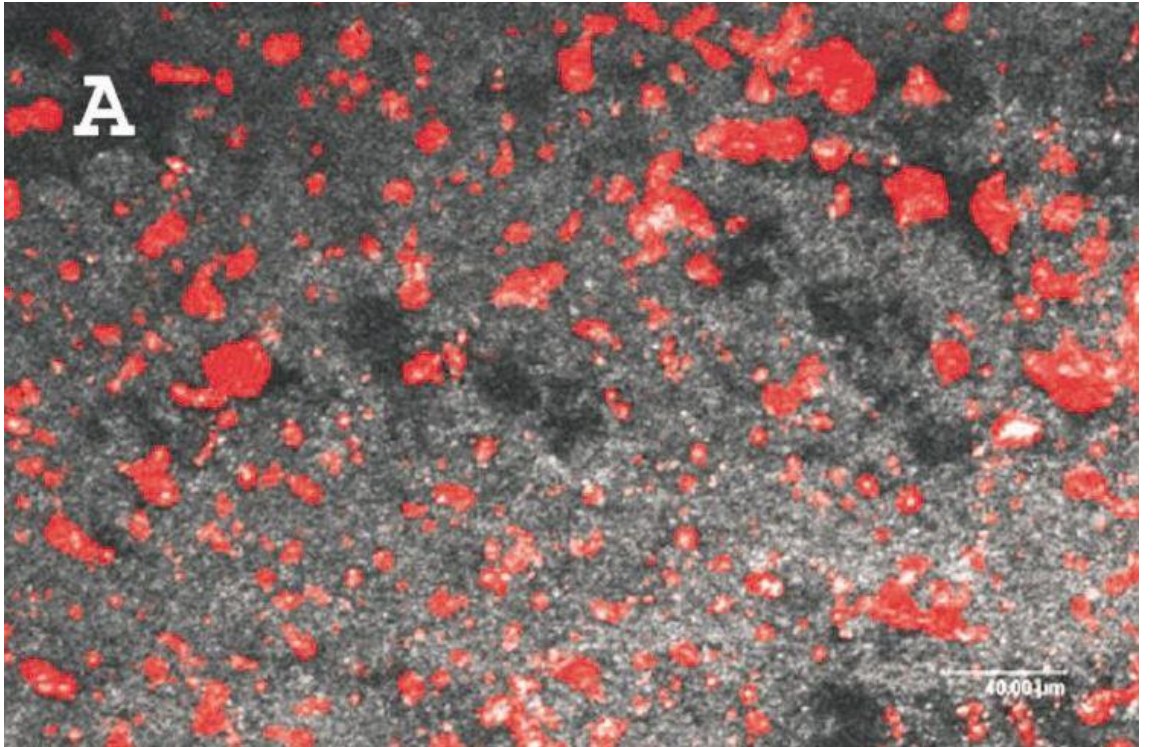
Bhaskaracharya and Shah (2001), yağsız süttten EPS üreten ve üretmeyen *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kültürleri kullanarak Mozzarella peyniri üretmişler ve bu iki tip peynirde tekstürel özellikleri karşılaştırmışlardır. Araştırmada EPS üreten kültürle hazırlanan peynir örneğinin EPS üretmeyen örneğe göre %1.7 daha fazla su içerdiğini tespit etmişlerdir. Tekstürel özellikler açısından ise; depolama süresince EPS üreten ve üretmeyen kültürlerle yapılan peynirlerin, sertlik ve elastikiyet bakımından benzer özellik gösterdiği, iç ve dış yapışkanlık değerlerinde EPS üreten kültürle üretilen peynirlerin daha düşük olduğu ve EPS içeren peynirlerin EPS içermeyenlere göre daha açık ve gözenekli bir yapıya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar EPS içeren peynirlerdeki düşük iç ve dış yapışkanlık durumuna bu açık ve gözenekli yapının sebep olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Broadbent *et al.* (2001), EPS üreten *S. thermophilus* MR-1C ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* MR-1R starterleri ve EPS üretmeyen kültürle hazırladıkları (kontrol peyniri) az yağlı Mozzarella peynirinde tekstür özelliklerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta EPS üreten kültürle hazırlanan peynir örneklerinin kontrol peynirine göre daha fazla su içeriğine ve daha iyi erime özelliklerine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

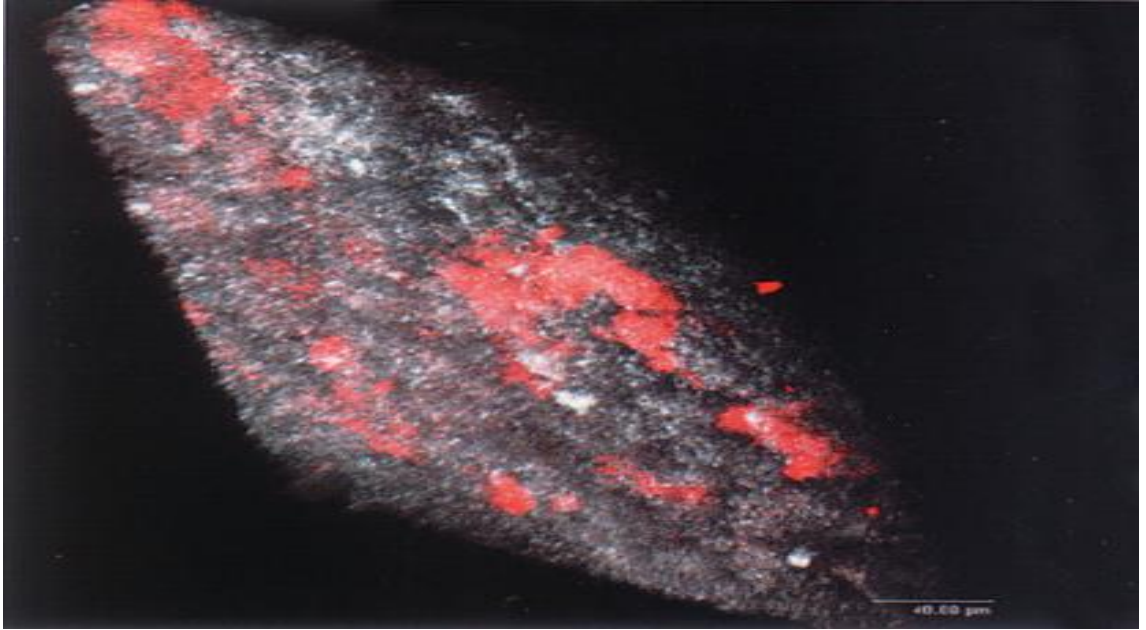
Hassan *et al.* (2002a), KLTM ile farklı starter kültürler kullanarak yaptıkları Feta peynirlerinin mikro yapılarını incelemişlerdir. Çalışmada yağsız ve %4 yağlı sütlerden Feta peyniri yapılmış ve bu yağ oranını içeren sütlerden EPS üreten ve üretmeyen kültürlerle toplam dört peynir denemesi kurulmuştur. Örneklerdeki protein yapısı KLTM'nin yansıtıcı modu kullanılarak görüntülenmiştir. Yağlı süttten yapılan peynirde yağ, peynir altı suyu ile sulandırılan Nil kırmızısı boyasıyla boyanmıştır. Daha fazla sayıda daha küçük globüllerin yağ dağılımının gözlenmesi EPS oluşturan kültürle EPS oluşturmeyen kültürün kıyaslanmasıyla yapılmıştır. Yağlı olmayan peynirler daha sıkı

bir yapı gösterirken, EPS oluşturan kültürlerle yapılan peynirde gözlenen açık yapıya zıt bir şekilde EPS oluşturmeyan kültürlerle yapılan peynirlerde de sıkı yapı oluşmuştur. Şekil 2.1’de Feta peynirinde yağ globüllerinin Nil kırmızısı ile boyandıktan sonra KLTM ile elde edilen görüntüsü verilmiştir.

Yine aynı araştırmacıların (Hassan *et al.* 2002b), su oranı çok yüksek olan süt ürünlerinde, bakteriyel EPS’lerin direk gözlenmesi için bir metot geliştirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; Feta peyniri üretiminde farklı EPS üreten starter kültürler kullanmışlar ve EPS’lerin bu yöntemle Concanavalin A boyası ile iyi düzeyde tanımlanarak gözlemlenebildiğini bildirmişlerdir. Şekil 2.2’de az yağlı Feta peynirinde protein matrisi içerisinde EPS görüntüsü (kırmızı bölge) gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Feta peynirindeki yağ globüllerinin KLTM görüntüsü (Hassan *et al.* (2002a)



Sekil 2.2. Feta peynirinde KLTM ile elde edilen EPS görüntüsü (Hassan *et al.* (2002b))

Moreira *et al.* (2003), EPS üreten ve üretmeyen *S. thermophilus* ve *Lb.delbrueckii* ssp. *bulgaricus*’tan oluşan iki farklı starter kültür ile yumuşak bir Arjantin peyniri olan Quartirolo üreterek, peynirlerin nem içeriği ve tekstürel özelliklerini karşılaştırmışlardır. EPS üretmeyen kültürle hazırlanan kontrol grubuna göre, EPS üreten türle hazırlanan peynirlerde su oranı ve eriyebilirliğin arttığını, tekstürel özellikleri de olumlu yönde değişikliğe uğradığını tespit etmişlerdir.

Hassan *et al.* (2004), yağsız sütle yapılan Karish peynirinde EPS üreten LAB’in mikro yapı ve reoloji üzerine etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada EPS üreten *S. thermophilus* ve bunun EPS üretmeyen bir varyantı kullanılarak iki grup peynir üretilmiştir. Elde edilen peynirlerin mikro yapıları cryo-SEM’de incelenmiş ve EPS üretmeyen kültürle üretilen peynirin diğer gruba göre daha küçük boşluklara sahip yoğun bir protein ağına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Reolojik özellikler açısından da EPS üretmeyen kültürle hazırlanan peynirin EPS içeren peynire göre daha sıkı ve sert bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. EPS üreten kültürle yapılan peynirde ise istenmeyen bu sertliğin olmadığı görülmüştür.

Ahmed *et al.* (2005), yaptıkları araştırmada EPS üreten *S. thermophilus* ve EPS üretmeyen *S. thermophilus*'u *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* ile kombine ederek, Karış peynirinde starter kültür olarak kullanmışlar ve EPS üretiminin duyusal ve tekstürel kompozisyondaki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada EPS üreten kültürle hazırlanan peynirde EPS üretmeyen kültürle hazırlanana göre %2 oranında su ve verim artışı görülmüştür. Tekstürel özelliklerde ise EPS üreten kültürle hazırlanan peynirde sertlik, kıvam, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, gevşeklik ve elastikiyet değerleri düşük olarak belirlenirken, EPS üretmeyen kültürle hazırlanan peynirde özellikle yapışık-birleşik bir yapı izlenmiştir. Duyusal analizlerde de 7 ve 15 günlük periyotların sonunda EPS üreten kültürle üretilen Karış peynirinin panelistler tarafından yüksek oranda kabul edildiği belirtilmiştir. Bunu destekler nitelikte; Duboc and Mollet (2001) tarafından da, EPS üreten *Lb. helveticus*'un az yağlı Mozzarella peynirinde su tutma kapasitesi üzerine katkısı olduğu bildirilmiştir.

Awad (2006) tarafından yapılan çalışmada, EPS üreten ve üretmeyen kültürlerle (*Lc. lactis ssp. cremoris*) üretilen yağ azaltılmış ve tam yağlı Cheddar peynirlerinin duyusal, tekstürel ve erime özellikleri olgunlaşma sürecinde karşılaştırılmıştır. Sertlik, sakızimsılık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri EPS üretmeyen kültürle yapılan yağ azaltılmış peynirde belirgin bir şekilde artarken, EPS üreten kültürle üretilen peynirde önemli bir artış görülmemiştir. Ayrıca yağ azaltılmış ve EPS kültürle üretilen taze peynirle tam yağlı kontrol grubu arasında sertlik elastikiyet ve çiğnenebilirlik açısından fark bulunamamıştır. Olgunlaşma süresince sertlikte artış görülürken diğer tüm değerlerde azalma görülmüştür.

Dabour *et al.* (2006) tarafından kapsüler ve ropy EPS üreten *L. lactis ssp. cremoris* ile yarım yağlı cheddar peyniri yapılmış ve olgunlaşma sürecinde (+7°C'de 6 ay) bu kültürlerin, peynirin tekstür ve mikroyapısı üzerine etkilerini incelenmiştir. Araştırmada dört farklı tip peynir üretilmiştir. Bunlar; EPS üretmeyen kültürle hazırlanan yarım yağlı kontrol peyniri, kapsüler EPS üreten *Lc. lactis ssp. cremoris* ile elde edilen, ropy EPS üreten *Lc. lactis ssp. cremoris* ile üretilen ve kapsüler ve ropy EPS üreten kültürün kombine edilmesiyle üretilen peynirdir. Araştırmanın sonucunda EPS üreten suşlarla

üretileen peynirlerde su tutmanın %3 ile %4,8 oranında arttığı tespit edilmiştir. Tekstür profil analizi sonucunda ise EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerde sertlik, elastikiyet ve yapışkanlık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar bütün bu değişikliklerin 6 aylık depolama sonunda bariz olarak belirlediğini, ilk dönemlerde ise göze çarpan bir değişikliğin oluşmadığını vurgulamışlardır. Transmission elektron mikroskopi tekniği ile yapılan mikroyapı incelemesinde ise EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerde protein matriksinin kontrol grubuna göre, bünyesinde fazla peynir suyu tutmasından dolayı daha gevşek bir yapı sergilediği görülmüştür.

Zisu and Shah (2006), *S. thermophilus*'un kapsüler ve ropy EPS üreten iki suşu ile az yağlı (%6) Mozzarella peyniri yaparak, EPS'nin ürünün kimyasal ve tekstürel karakteristiklerine etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kontrol grubu olarak *S. thermophilus*'un EPS üretmeyen suşu ile yapılan peynir kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, kontrol peyniri en düşük nem içeriğine (%53,77) sahip iken, EPS üreten kültürle hazırlanan peynirlerde nem içeriğinde sırasıyla %57,17 ve %58,39 arasında olduğu görülmüştür. Tekstür analizleri sonucunda da; kontrol grubu peynir, yüksek sertlik, elastikiyet ve sakızimsılık ile düşük eriyebilirlik özelliği gösterirken, EPS kültürle yapılan peynirlerde daha yumuşak bir yapının yanında elastikiyet ve sakızimsılık özelliğinin kontrol grubuna göre daha düşük, iç ve dış yapışkanlık değerleri ise daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Guzman *et al.* (2009), %12,5 ve %17,5 kurumadde oranına sahip sütlerden yaptığı Penela peyniri üretiminde *S. thermophilus*'un EPS üreten türünü kullanmışlar ve EPS'nin peynir yapısı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre EPS üreten kültür her iki peynirde olgunlaşma süresince su oranını artırmıştır. Ancak %12,5 kurumadde peynirde nem oranı artışı %17,5'e göre daha fazla olmuştur. Bunun yanında, %12,5 kurumadde içeren peynirde nem oranı artışına karşılık yağ oranında bir değişiklik olmamıştır. Bunu EPS üreten kültürün sadece verim artışına katkısı olduğu şeklinde açıklamışlardır. %17,5 kurumadde peynirde ise nem içeriği yanında yağ oranı da artmış ve bu da nem oranı artışına katkıda bulunarak randımanı artırmıştır. İki peynir

arasındaki randıman artışı farklılığını ise peynir kompozisyonu ile ilişkilendirerek yüksek yağ içeriğinin çevresinde daha hidrofobik bir alan oluşturduğu böylece %12,5 kurumaddeli peynire göre daha fazla oranda peynir suyunun uzaklaştığı şeklinde yorumlamışlardır.

Costa *et al.* (2010), yağı azaltılmış Cheddar peynirinin tekstür, tat-koku ve pişirmeye uygunluk özellikleri bakımından problem oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu sorunu en aza indirmek için de bir çalışma yapmışlardır. Bunun için yarım yağlı süte EPS üreten starter kültür ilave etmişlerdir. EPS oluşumunun peynirin randıman, tekstür ve pişirmeye uygunluk özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, 100 kg süt için %8,17'lik randıman artışı olduğunu belirlemişlerdir. Tekstürel ve pişme özellikleri bakımından da peynirin lezzeti değişmeden, kalitenin iyileştiğini tespit etmişlerdir.

Kawther *et al.* (2011), fonksiyonel Labneh peyniri üretmek için EPS üreten *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus*'u saf ve alginat jeli içinde kapsüllendirerek, starter kültür olarak kullanmışlar, farklı sıcaklık, pH, inkübasyon sürelerinde yardımcı kültür olarak da *S. thermophilus* varlığında oluşan EPS miktarlarını belirlemişlerdir. En yüksek miktarda EPS üretiminin pH 5,5, 35°C ve 18 saat sonunda kapsüllendirilen *Lb. delbrueckii bulgaricus* türüyle elde edilen peynirde belirlemişlerdir. Oluşan EPS miktarları kapsüllü ve kapsülsüz türler için sırasıyla 600 mg/l ve 380 mg/l şeklindedir. Aynı şartlarda ek kültür olarak *S. thermophilus*'un kullanıldığı ortamda EPS miktarları artmış ve sırasıyla 660 mg/l ve 400 mg/l olarak tespit edilmiştir. Çalışmada oluşan EPS miktarları ve EPS'nin sağlık üzerine etkileri dikkate alındığında; EPS üreten türlerin, probiyotik bakterilerle birlikte Labneh peynirinde kullanımının, bu peyniri fonksiyonel gıda sınıfına dâhil edebileceğini ortaya çıkarmışlardır.

Degeest and De Vuyst (2000), starter kültür olarak *S. thermophilus*'un EPS üreten beş farklı suşuyla yoğurt üretmişler ve EPS miktarı, moleküler ağırlıkları ve şeker kompozisyonları ile elde edilen yoğurt örneklerinin tekstürel karakteristikleri arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. *S. thermophilus* LY03 ve *S. thermophilus* CH101 suşlarının ikisi

de yoğurtta en yüksek düzeyde EPS miktarı ve viskozite değerleri oluştururken, *S. thermophilus* ST 111 ve *S. thermophilus* STD suşlarının ise oldukça fazla miktarda EPS sentezlemesine rağmen, belirgin bir viskozite sergilemediklerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda, yüksek molekül ağırlığındaki EPS'lerin çok düşük konsantrasyonlarda bile yüksek konsistens değeri sergiledikleri halde EPS konsantrasyonunun tekstür değeri ile pozitif yönlü bir korelasyon içerisinde olmadığını bildirmişlerdir.

Folkenberg *et al.* (2005), iki farklı EPS üreten kültürle elde edilen yoğurt jellerinin KLTM altında incelenmesinde iki farklı mikroyapı saptamışlardır. Jellerden birinde ortamdaki EPS'lerin protein ağıyla bir etkileşim içerisinde olduğunu buna karşılık diğer jelin içerisindeki EPS'lerin protein ağı içerisindeki boşluklara yerleşip herhangi bir bağlantı oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Bu jelin diğer yoğurt jeline göre daha az viskoz doku ve daha yüksek serum ayrılması karakteri gösterdiğini ve EPS'lerin protein matriksiyle olan interaksiyonun yoğurt jelinin tekstürel karakterlerinin oluşumunda çok önemli etkisi olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak, EPS-protein interaksiyonunun görüldüğü yoğurt örneklerinin duyuşal olarak ağızda hissedilebilirliği olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Oluk *et al.*(2014), EPS üreten kültürlerle Tulum peyniri üretmişler ve olgunlaşma süresince uçucu bileşikler ve duyuşal özellikleri incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, tam yağlı ve EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerin panelistlerce daha çok beğenildiği, EPS üreten starter kültürlerin düşük yağlı Tulum peynirinde de aroma gelişimine katkı sağladığı ortaya konulmuştur.

Ruas-Madiedo *et al.* (2005), ropy ve ropy olmayan kültürlerin ayrı ayrı kullanımıyla elde edilen yoğurtlarda su aktivitesi değerinin ropy kültürle üretilen yoğurt örneklerinde daha düşük olduğunu belirlemişler ve bunun ropy kültürün sentezlediği EPS'lerin serum fazdaki serbest suyu yapılarına bağlamasından ileri geldiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Beyaz peynir üretiminde kullanılan inek sütü, Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Yeşilmahalle Uygulama Çiftliği'nden (Kayseri), ticari sıvı mikrobiyal peynir mayası Mayasan (İstanbul) firmasından temin edilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan kalsiyum klorür Şahinler Kimya (İstanbul) firmasından ve tuz piyasadan temin edilmiştir.

Çalışmada ticari peynir kültürü olarak, Mayasan'dan (İstanbul) temin edilen LYOFAST MOS 062 E (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* - *Streptococcus thermophilus* içeren kültür) ve EPS üreten kültür olarak da IMCD'den (Belçika) temin edilen DELVO-ADD 100F DIRECT SET (*Streptococcus thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşan kültür) kullanılmıştır. Starter kültürlerin hazırlanmasında Pınar marka yağsız süttozu (Pınar, İzmir) kullanılmış ve üretilen peynirler 7,5x7,5x8,0 cm boyutlarında her biri bir peynir kalıbı alabilen piyasadan temin edilen plastik ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Denemede 8 tip peynir örneği üretilmiştir. Bunlar:

1. Tip; Yağsız süt ile (%0,6 yağlı) kültür ilave edilmeden yapılan peynir örneği (yağsız peynir için negatif kontrol grubu) (A1),
2. Tip; Yağlı süt ile (%3,1 yağlı) kültür ilave edilmeden yapılan peynir örneği (yağlı peynir için pozitif kontrol grubu) (A2),
3. Tip; Yağsız süt ile (%0,6 yağlı) ticari peynir kültürü LYOFAST MOS 062 E (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kültür) kullanılarak yapılan peynir örneği (yağsız peynir için negatif kontrol grubu) (B1),
4. Tip; Yağlı süt ile (%3,1 yağlı) ticari peynir kültürü LYOFAST MOS 062 E (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kültür) kullanılarak yapılan peynir örneği (yağlı peynir için pozitif kontrol grubu) (B2),

5. Tip; Yağsız süt ile (%0,6 yağlı) ticari peynir kültürü (LYOFAST MOS 062 E *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kültür) ve EPS üreten kültürün (DELVO-ADD 100F DIRECT SET *Streptococcus thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşan kültür)kombinasyonu ile yapılan peynir örneği (%1+ %1) (C1),
6. Tip; Yağlı süt ile (%3,1 yağlı) ticari peynir kültürü (LYOFAST MOS 062 E *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kültür) ve EPS üreten kültürün (DELVO-ADD 100F DIRECT SET *Streptococcus thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşan kültür) kombinasyonu ile yapılan peynir örneği (%1+ %1) (C2),
7. Tip; Yağsız süt ile (%0,6 yağlı) yalnızca EPS üreten kültür (DELVO-ADD 100F DIRECT SET *Streptococcus thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşan kültür) kullanılarak yapılan peynir örneği (D1),
8. Tip; Yağlı süt ile (%3,1 yağlı) yalnızca EPS üreten kültür (DELVO-ADD 100F DIRECT SET *Streptococcus thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşan kültür) kullanılarak yapılan peynir örneği (D2).

Beyaz peynir üretimleri Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi Programı Pilot Uygulama Merkezi'nde bulunan alet, donanım ve soğuk hava depolarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Üretilen 8 tip peynirde depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde yöntem bölümünde belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Starter kültür hazırlanması ve aktifleştirilmesi

Yağsız süttozundan %12 kurumaddeli olarak elde edilen rekonstitüe sütler deney tüplerine 20'şer ml aktararak otoklavda 90°C'de 30 dk. süreyle ısıtılarak işlem uygulanmıştır. Soğutulan sütlere LYOFAST MOS 062 E veya DELVO-ADD 100F

DIRECT SET liyofilize starter kültürlerinden ayrı ayrı inokule edilerek (%2 düzeyinde) 30–37°C’de pıhtılaşınca kadar inkübasyona bırakılmıştır. Bu inokulasyon ve inkübasyon işlemleri iki defa daha tekrarlanarak kültürler aktif hale getirilmiştir. Daha sonra bir tüpe sadece LYOFAST MOS 062 E (%2), diğer bir tüpe sadece DELVO-ADD 100F DIRECT SET (%2) ve son tüpe de LYOFAST MOS 062 E ve DELVO-ADD 100F DIRECT SET (%1+%1) eşit oranlarda inokule edilmiştir. Bu şekilde özellikle kombine edilmiş kültürlerin birbirlerine adapte olması sağlanmıştır. Aktifleştirilen kültürler 1 litrelik erlenler içerisinde, ısıtılmış (90°C’de 30 dk) rekonstitüe sültere ayrı ayrı %2 oranında inokule edilip inkübasyona bırakıldıktan sonra üretimde kullanılacak işletme kültürlerine dönüştürülmüştür.

3.2.2. Süt analizleri

Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün; pH analizleri Hanna-Instrument marka masa tipi pH metre ile, titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden, kurumadde oranları gravimetrik yöntemle ve yağ oranları Gerber yöntemiyle belirlenmiştir (Kurt vd 1996). Sütün toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş, bu değer 6,38 faktörüyle çarpılarak %protein miktarı bulunmuştur (Metin 2010).

3.2.3. Peynir mayası miktarının belirlenmesi

Peynir mayası kuvvet tayini ve ilave edilecek maya miktarının belirlenmesi Üçüncü (2005)’de belirtilen metotla yapılmıştır. Hesaplama pıhtılaşma süresi 90 dakika olarak alınmıştır.

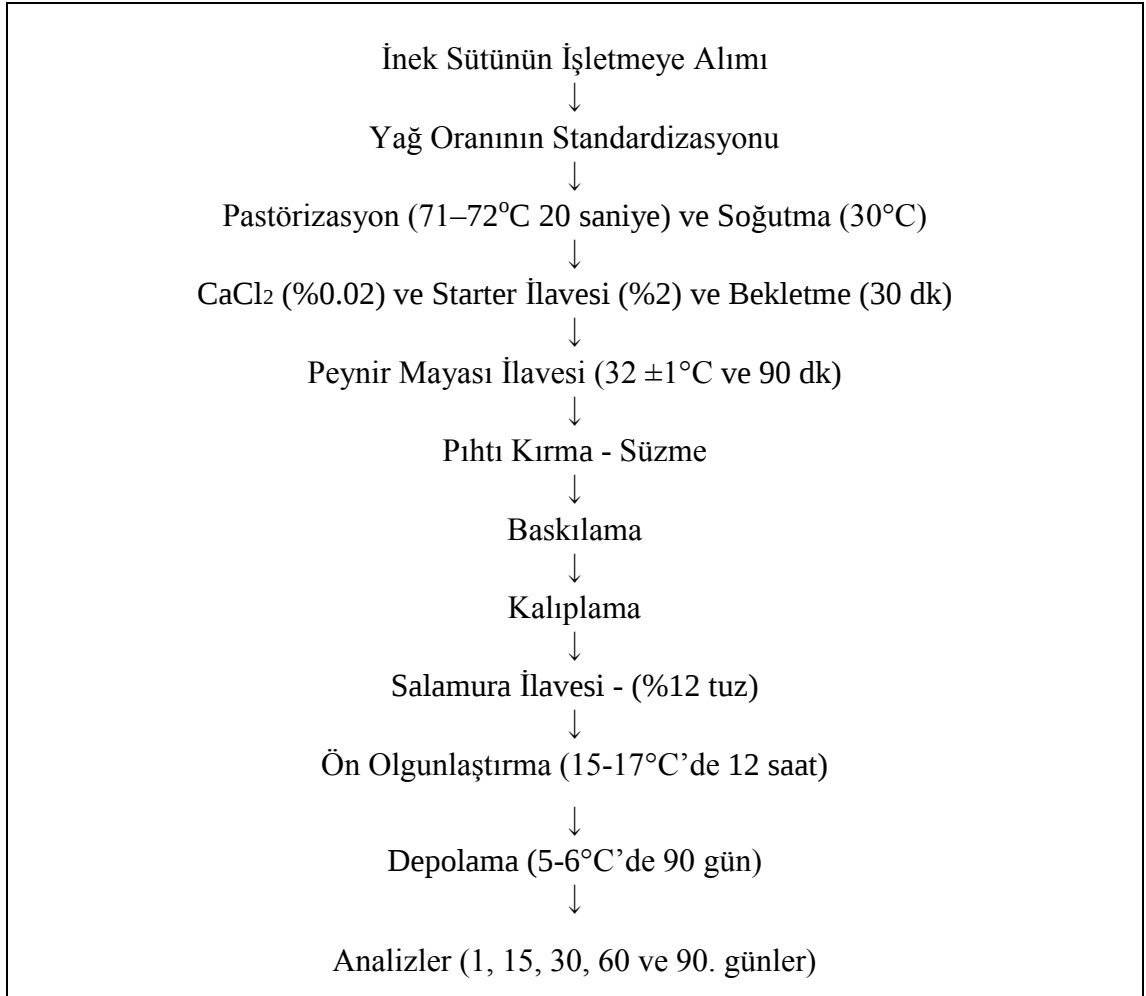
3.2.4. Beyaz peynir üretimi

Beyaz peynir üretiminde Üçüncü (2005) tarafından belirtilen yöntem uygulanmıştır. Bunun için işletmeye gelen inek sütü öncelikle kaba bir filtrasyona tabi tutulmuş, separasyon işleminin ardından sütün yağ oranı yağlı peynir örnekleri için $3 \pm 0,1$ ’e, yağsız peynir örnekleri için $0,6 \pm 0,05$ ’e standardize edilmiştir. Daha sonra peynire

işlenecek süt 71–72°C’de 20 saniye pastörize edilmiş, her bir grup peynir ayrı ayrı teknelere alındıktan sonra 30°C’ye soğutulmuştur (Şekil 2.1).

Tüm sütlere %2 oranında starter kültür ve %0,02 oranında CaCl_2 ilave edilmiştir. Daha sonra sütler 30 dakika süreyle ön olgunlaşmaya bırakılmıştır. Ön olgunlaşmanın ardından maya kuvveti belirlenen sıvı peynir mayası 90 dakikada kesim olgunluğu sağlayacak miktarda hesaplanıp suyla seyreltilerek teknelerdeki sütlere ilave edilmiştir. Peynir suyunun asitliği takip edilerek (sütün mayalama anındaki asitliğinden 2 °SH daha yüksek olduğunda) kenar uzunluğu 1-1,5 cm olan küpler halinde pıhtı kesimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). 5–10 dk kendi haline bırakılan pıhtıda peynir suyunun bir kısmının yüzeye çıkması sağlanmıştır. Oluşan pıhtı, içlerinde cendere bezi bulunan kalıplara aktarılmış ve 30 dk. kadar kendi haline bırakılmıştır. Bunun ardından yaklaşık 2 saat süreyle 26 g/cm² basınç olacak şekilde (peynir altı suyunun asitliği 16–18 °SH) baskılama yapılmıştır. Süre sonunda teleme 7,5x 7,5 x 8,0 cm boyutlarında kesilmiş ve mayalama sıcaklığında ve pH 5,20–5,40 olan %12 sodyum klorür bulunan salamuraya alınmıştır. 2,5–3 saat salamurada kalan peynir kalıpları ambalajlara konulmuş ve üzerine %12’lik salamura aktararak 12 saat 15–17°C’de ön olgunlaştırılmaya bırakılmıştır. Daha sonra 5-6°C’de 90 gün süreyle depolanmak üzere soğuk hava depolarına konulmuştur (Şekil 3.1).

Peynir üretimleri iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizler paralelli olarak yapılmıştır.



Şekil 3.1. Beyaz peynirin üretim aşamaları

3.2.5. Peynir analizleri

Peynir analizleri üretim gerçekleştirildikten sonra olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde iki paralelli olarak yapılmış ve bulunan değerlerin istatistiksel analiz sonucu elde edilen ortalamalar ve standart sapmalar tablolar halinde verilmiştir.

3.2.5.a. Randıman

Peynir örneklerinin randımanı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

Randıman (%) = Ham peynir miktarı / Süt miktarı x 100 (Metin 2010)

3.2.5.b. Peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler

a. Streptokok sayımı

Peynirde bulunan Streptokoklar, ST Agar (*Streptococcus thermophilus* Isolation Agar) kullanılarak, 42°C’de 3 gün inkübasyondan sonra koloni oluşturan birim (kob/g) olarak saptanmıştır (de Man *et al.* 1960).

b. Laktokok sayımı

Laktokokların sayımı M17 agarda 30°C’de 4 günlük inkübasyon süresinin sonunda saptanmıştır. Sonuçlar, yine koloni oluşturan birim (kob/g) olarak belirlenmiştir (Terzaghi and Sandine 1975).

3.2.5.c. Peynir örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

Peynir örneklerinin pH değerleri masa tipi pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Hanna-Instrument pH microprocessor pH211, Romanya). pH metrenin elektrodu peynir kalıplarının farklı noktalarına daldırılarak okunan değerlerin ortalaması alınarak; peynirlerin % asitlik değerleri titrasyon yöntemiyle Metin (2010)’nin belirttiği yöntemlere göre yapılmıştır. Kurumadde miktarı, gravimetrik yöntemle; yağ miktarı, Gerber peynir bütirometresi kullanarak Van gulik yöntemiyle % yağ olarak tespit edilmiştir (Kurt vd 1996). Yağsız peynir kitlesindeki su oranı, su oranının yağsız peynir kitlesi oranına bölünmesiyle bulunmuş; tuz içerikleri Mohr yöntemiyle belirlenmiştir (Metin 2010). Peynir örneklerinin kül miktarları ise Kurt vd (1996)’nin verdiği yöntemle tespit edilmiştir.

3.2.5.d. Peynir örneklerinde azotlu maddelerin belirlenmesi

a. Toplam azot miktarı

Peynir örneklerinin toplam azot miktarı Kjeltec azot tayin cihazı kullanılarak Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Bulunan değer 6,38 faktörüyle çarpılarak % protein olarak ifade edilmiştir (Metin 2010).

b. Suda çözünür azot (SÇA) miktarı

Homojen hale getirilen Beyaz peynir örneklerinden 20 g polietilen stomacher torbalarına tartılmış ve üzerlerine 100 ml saf su (40°C) eklenmiştir. Karışım stomacher de 15 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra 5°C’de ve 5000 rpm’de 30 dakika santrifüj (Nüve NF800R) edilmiş ve cam yününden süzülerek yağ uzaklaştırılmıştır. Elde edilen filtratın, bir kısmı analiz süresine kadar muhafaza edilmek üzere -20°C’de muhafaza edilmiştir (Kuchroo and Fox 1982). Diğer kısımdan 5 ml alınarak Kjeldahl yöntemi ile azotlu madde tayini yapılmıştır (Topçu and Saldamlı 2006; Metin 2010).

c. Triklorasetik asitte (%12’lik) çözünen azot miktarı

Bu amaçla, daha önce suda çözünür azot tayininden elde edilen 25 ml filtrat ile 25 ml %24’lük triklorasetik asit (TCA) çözeltisi 1:1 oranında karıştırılmış ve 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra Whatman No: 42 filtre kağıdı kullanılarak filtre edilmiştir. Elde edilen filtrattan 25 ml alınarak Kjeldahl yöntemi ile azotlu madde tayini yapılmıştır (Metin 2010).

d. Olgunlaşma indeksi

Suda çözünür azotlu maddelere göre olgunlaşma indeksi;

Olgunlaşma indeksi = Suda çözünür azot miktarı / toplam azot miktarı x 100

TCA'da çözünen azot miktarına göre olgunlaşma indeksi;

Olgunlaşma indeksi = TCA'da çözünür azot miktarı / toplam azot miktarı x 100

formülleriyle hesaplanmıştır.

3.2.5.e. Peynir örneklerinde yapılan uçucu bileşik analizi

Peynir örneklerinde uçucu bileşenler, head space GC-MS yöntemi ile M42 HP INNOWAX kolon ve 75 µm carboxen/ polydimethylsiloxane (CAR/ PDMS) fiber kullanılarak belirlenmiştir (Machiels and Istasse 2003). Desorpsiyon sırasında fırın sıcaklığı 35°C olup, bu sıcaklıkta 3 dk tutulmuştur. 10°C/dk oranında bir artış ile sıcaklık 50°C'ye yükseltilmiş, sonrasında 4°C /dk'lık bir artışla 200°C'ye ayarlanmıştır. Son olarak da 50°C /dk'lık bir artışla sıcaklık 250°C'ye yükseltilerek, bu sıcaklıkta 10 dk süreyle tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış ve helyum akış hızı 1,5 ml/dk olarak ayarlanmıştır

3.2.5.f. Peynir örneklerinde yapılan tekstür profil analizi

Peynir örneklerinin dokusal özellikleri TA.XT Plus Texture Analyser doku ölçüm cihazı kullanılarak Ahmed *et al.* (2005)'da verilen metoda göre belirlenmiştir. Analiz edilecek örnekler 2.0 cm boyutlarında küpler şeklinde kesilmiştir. Baskıda P36 kodlu 3 cm çapında alüminyum silindirik başlık kullanılmıştır. Sıkıştırma hızı 1 mm/sn toplam işlem süresi 10 sn olarak ayarlanarak sıkıştırma işlemi örneklerin orijinal boyutunun %25'i sıkıştırılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Doku profil analiz tekniğine göre, iki ardışık sıkıştırma uygulanan örneklerin doku profil parametreleri belirlenmiştir.

Bu parametreler:

Sertlik (kg): İlk sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Kg, g ve N olarak ifade edilebilmektedir.

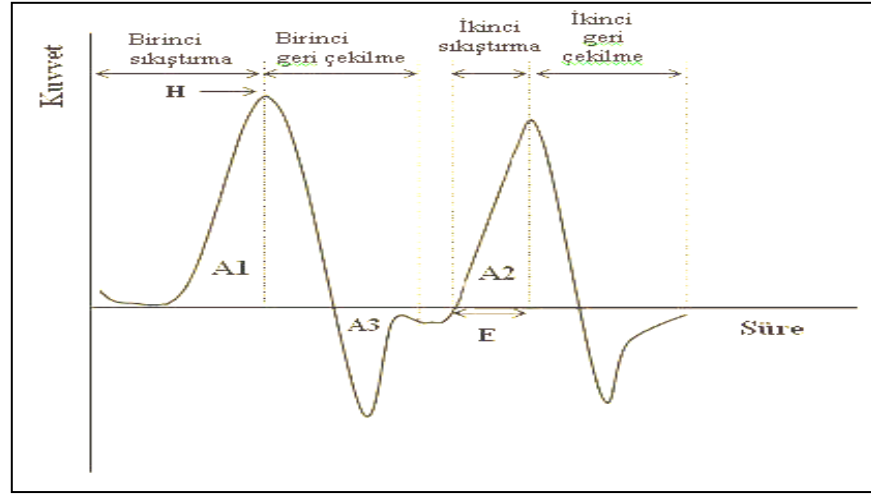
Elastikiyet: Çiğneme sırasında gıda maddesinin eski halini alma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, birinci sıkıştırma sonundaki yükseklik ile ikinci sıkıştırmaya başlama yüksekliği arasındaki mesafedir ($X_2 - X_1$).

İç yapışkanlık (cm^2): Gıda maddesinin ağızda parçalanmasından önceki deforme olma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu değer ikinci sıkıştırmadaki pozitif alanın birinci sıkıştırmadaki pozitif alana oranıdır (A_2/A_1).

Dış yapışkanlık (cm^2): Gıda ve diğer yüzey arasındaki çekim kuvvetinin üstesinden gelmek için gereksinim duyulan iş olarak tanımlanmaktadır. Bu değer birinci sıkıştırma sırasındaki negatif kuvvet alanıdır (A_3).

Sakızımsılık (kg): Yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin çarpımıdır.

Çiğnenebilirlik (kg): Katı bir gıdanın yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Sakızımsılık ve elastikiyet değerlerinin çarpımıdır. Şekil 3.2’de tekstür profil analizi ile ölçülen parametreler gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Tekstür profil analizi ile ölçülen parametreler

3.2.5.g. Konfokal lazer taramalı mikroskop ile mikroyapının belirlenmesi

Peynirlerin mikro yapısının belirlenmesinde elektron mikroskop tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak birçok elektron mikroskop tekniğinde mikroskobik incelemelerden önce peynirin yağının ayrıştırılması, dehidrasyon ve dondurma gibi ön işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu gibi numune hazırlama aşamaları incelenecek örnekte yapay bir oluşuma neden olmaktadır. Konfokal lazer taramalı mikroskop (KLTM) tekniği ise doğal ortamlarında majör komponentlerin görülebilmesini sağlayan bir yöntemdir (Auty *et al.* 1999). Optik özellikleri ile KLTM peynirde üç boyutlu olarak protein ağını ve yağ globullerinin görüntülenebilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada 40x objektif lensine sahip KLTM (Leica, Confocal Scanning Laser Microscope, Almanya) ile peynir örneklerinin mikroyapısı incelenmiştir. Analiz ve veri elde etmek için Leica Confocal 2 yazılımı kullanılmıştır. İncelemede, peynirlerin boyanması için kullanılan concanavalin A stok boya çözeltisi için, 5 ml 0.1 M sodyum bikarbonat çözeltisinde 5 mg Concanavalin A, pH 8,3’de çözündürülmüş ve -20°C’de muhafaza edilmiştir. Çalışma çözeltisinin hazırlanmasında ise stok çözeltisi 1/20 oranında peynir altı suyu ile sulandırılmıştır. Boya yaklaşık 3 mm kalınlığındaki peynire ilave edilmiş ve bir saat buzdolabında tutulmuştur. Daha sonra peynir kesiti peyniraltı suyu ile muamele edilerek eksternal boyadan arındırıldıktan sonra mikroskop altında

incelenmiştir. İncelemede protein yapısı mikroskopun yansıtıcı moduyla, EPS ise 495 nm dalga boyunda incelenmiştir (Hassan *et al.* 1995; Hassan *et al.* 2002b).

3.2.5.h. Peynir örneklerinde yapılan duysal analizler

Deneme peynirlerin duysal analizi puanlama yöntemine göre, eğitilmiş 8 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Peynirlerin değerlendirilmesinde skala ve duysal değerlendirme formu kullanılmıştır (Metin 2010). Analiz için peynir örnekleri oda sıcaklığında 10–15 g'lık porsiyonlar halinde ve yanında ekmek ve su ile panelistlere sunulmuştur. Örneklerin renk, görünüş, doku, lezzet ve genel kabuledilebilirlik karakteristikleri açısından değerlendirilmesi istenmiştir.

EK 1'de Beyaz peynir duysal değerlendirme skalası ve **EK 2**'de Beyaz peynir duysal değerlendirme formu verilmiştir

3.2.5.i. İstatistik analizler

Bu çalışmanın deneme deseni şu şekilde oluşturulmuştur: İki hammadde (yağlı ve yağsız süt) x 4 kültür (kültür ilavesiz, ticari peynir kültürü, ticari peynir kültürü + EPS üreten kültürün kombinasyonu (1:1) ve EPS üreten kültürlü peynirler) x 5 depolama süresi (1, 15, 30, 60 ve 90. günler) x 2 tekerrür. Araştırma bulgularının istatistiksel değerlendirmeleri SPSS 18.00 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kültürlere (gruplara) ait parametrelerin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Her grupta günlere göre değişimin değerlendirilmesinde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi uygulanmıştır. Mikrobiyal sayım sonuçlarının ise logaritması alınarak (log) alınarak istatistiksel analizler uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Peynir Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimleri

Deneme peynirlere işlenecek yağlı ve yağsız sütlerin bileşimleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne göre inek sütünün titrasyon asitliğinin %0,135–0,200 arasında, süt yağı oranının en az %3,0, toplam protein oranının en az %2,8 ve yağsız kuru madde oranının ise %8,5 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2000).

Yapılan analizler sonucunda; bu çalışmada kullanılan yağlı ve yağsız sütlerin tebliğ kriterleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Peynire işlenen sütlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Yağlı süt	Yağsız süt
pH	6,57 ± 0,15	6,45±0,11
Titrasyon asitliği (%)	0,17±0,05	0,15±0,19
Yağ (%)	3,15±0,24	0,65±0,17
Protein (%)	3,67±0,09	3,58±0,005
Kurumadde (%)	11,46±0,05	8,45±0,06

4.2. Starter kültürlerin pH gelişim değerleri

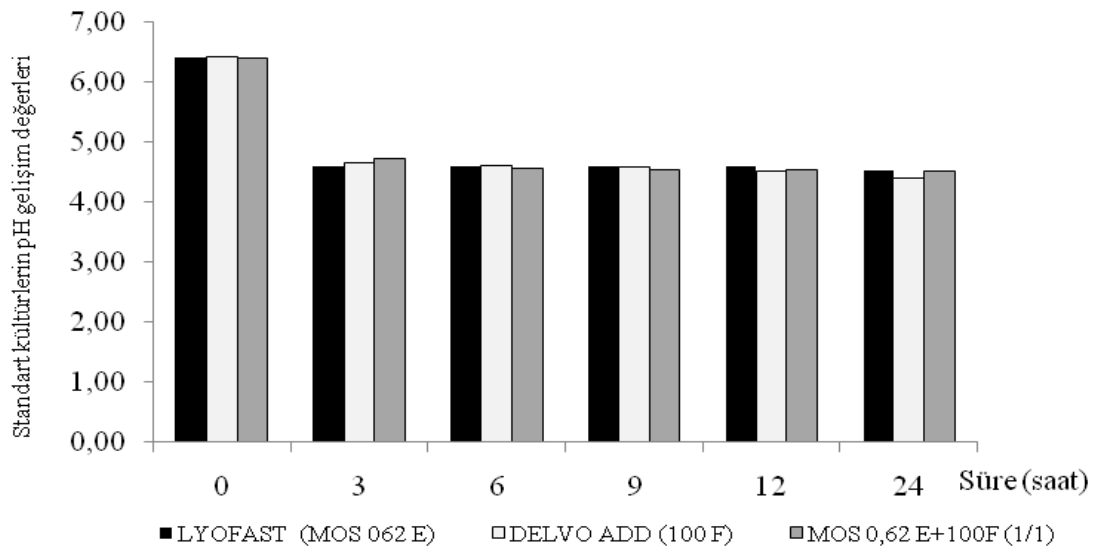
Araştırmada, ticari peynir starter kültürü olarak Mayasan’dan alınan LYOFASST MOS 062 E (*Lc. lactis* ssp. *lactis* – *S. thermophilus* içeren kültür), EPS üreten starter kültür olarak ise IMCD’den elde edilen DELVO-ADD 100F DIRECT SET (*S. thermophilus*’un EPS üreten türünden oluşan kültür) kullanılmıştır.

Peynir üretiminde kullanılan starter kültürlerin, aktivasyonunu belirlemek amaçlı yapılan pH gelişim değerleri Çizelge 4.2’de özetlenmiştir. Şekil 4.1’de ise pH’nın farklı kültürlerde, zamana göre değişim eğrisi verilmiştir.

Farklı kültürlerin 24 saatlik süreçte değişik zaman aralıklarında yapılan pH değerleri ölçümlerinde, tüm kültürlerde pH’nın düştüğü belirlenmiştir. EPS üreten iki farklı ve EPS üretmeyen peynir kültürlerinin kullanıldığı bir tez çalışmasında da, 24 saatlik süreçte, bu çalışmada elde edilen pH gelişim değerlerine benzer sonuçlar elde edilmiştir (Mehenктаş 2006).

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan kültürlerin pH gelişim değerleri

Süre (Saat)	pH		
	LYOFAST (MOS 062 E)	DELVO ADD (100 F)	MOS 062 E+100F (1/1)
0	6,40±0,02	6,41±0,02	6,39±0,01
3	4,60±0,04	4,66±0,02	4,72±0,01
6	4,59±0,01	4,60±0,01	4,56±0,01
9	4,58±0,00	4,57±0,00	4,54±0,01
12	4,58±0,00	4,52±0,01	4,53±0,02
24	4,53±0,00	4,39±0,01	4,50±0,00



Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan kültürlerin pH gelişim değerleri

4.3. Peynir Analizleri

4.3.1. Randıman

Deneme peynirlerin randımanları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Randıman değerleri yağsız süttten yapılan peynirlerde %10,20 ile %10,65 arasında, yağlı süttten yapılan peynir örneklerinde ise %12,35 ile %12,60 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.3. Peynirlerde randıman değerleri

Gruplar	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Randıman (%)	10,20±0,21	12,35 ± 0,12	10,25±0,86	12,35± 0,18	10,40±0,33	12,50±0,11	10,65±0,18	12,60±0,14

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Peynir çeşitlerinin randıman değerleri karşılaştırıldığında; kültür ilaveli veya ilavesiz yağlı sütle yapılan peynirlerin randıman değerlerinin yağsız sütle yapılanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte; yağlı ve yağsız sütlerle yapılan peynirlerde, kullanılan farklı kültürlerle elde edilen randıman değerleri karşılaştırıldığında; EPS içeren kültürle yapılan peynirlerde, randımanın düşük oranda da olsa arttığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Normal şartlarda; EPS’nin su tutma kapasitesi dikkate alındığında, randımanda artış beklenmektedir. Çalışmada randımanın beklenin altında bir artış göstermesinin EPS üreten kültürlerin, karakteristik özellikleri ve çevre koşullarına bağlı olarak, ilk birkaç saat içerisinde EPS üretiminin azlığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer nitelikli çalışmalarda; Wishah (2007), kültür farklılıklarının randıman üzerinde ilk etapta belirgin bir fark oluşturmadığını bildirmiştir. Mehenktaş (2006) ise EPS üreten kültürlerle yapılan yağlı azaltılmış Beyaz peynirin özelliklerini araştırdığı çalışmada, yağlı azaltılmış peynir gruplarının randımanlarının yağlı peynirlere göre daha düşük ve EPS üreten kültürlerle yaptığı yağsız peynir örneklerinin randımanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu

belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen randıman değerleri Mehenktaş (2006)'ın bulduğu değerlere göre daha yüksek, Wishah (2007)'ın bulduğu değerlerden daha düşük olmuştur. Bu farklılığa, EPS üretiminden başka diğer faktörlerin de (sütün bileşimi, pastörizasyon sıcaklığı, peynir üretim parametreleri ve uygulanan teknoloji gibi) yol açmış olabileceği düşünülmektedir (Nizamlioğlu vd 1998; Vapur 2010).

4.3.2. Peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.3.2.a. Streptokok ve laktokok sayısı

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen streptokok sayıları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen streptokok sayıları (log kob/g)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	4,11 ^{Ad} ±0,05	4,14 ^{Ad} ±0,01	4,05 ^{Ad} ±0,04	3,68 ^{Ad} ±0,29	2,98 ^{Bc} ±0,20	P<0,01
	B1	5,58 ^{Ac} ±0,13	4,42 ^{Bd} ±0,11	4,20 ^{Bd} ±0,12	4,05 ^{Bcd} ±0,00	4,00 ^{Bb} ±0,07	P<0,01
	C1	6,91 ^{Aa} ±0,02	6,81 ^{ABa} ±0,0	6,43 ^{ABCa} ±0,1	5,69 ^{BCab} ±0,06	5,33 ^{Ca} ±0,02	P<0,01
	D1	6,21 ^{Ab} ±0,05	6,18 ^{ABb} ±0,0	6,06 ^{ABb} ±0,07	5,90 ^{Ad} ±0,02	5,32 ^{Ca} ±0,12	P<0,01
Yağlı	A2	3,94 ^{Ad} ±0,02	3,77 ^{ABe} ±0,0	3,56 ^{BCE} ±0,01	3,40 ^{Cd} ±0,01	3,13 ^{De} ±0,12	P<0,01
	B2	6,91 ^{Aa} ±0,04	5,21 ^{Bc} ±0,13	5,02 ^{BCE} ±0,02	4,75 ^{CDbc} ±0,04	4,38 ^{Db} ±0,19	P<0,01
	C2	6,92 ^{Aa} ±0,07	6,23 ^{Bb} ±0,03	5,97 ^{BCb} ±0,04	5,73 ^{Cab} ±0,0	5,27 ^{Da} ±0,03	P<0,01
	D2	6,20 ^{Ab} ±0,09	6,17 ^{Ab} ±0,04	6,15 ^{Aab} ±0,03	6,02 ^{Aa} ±0,02	5,56 ^{Aa} ±0,38	ns
ÖD (Gruplara göre)		P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

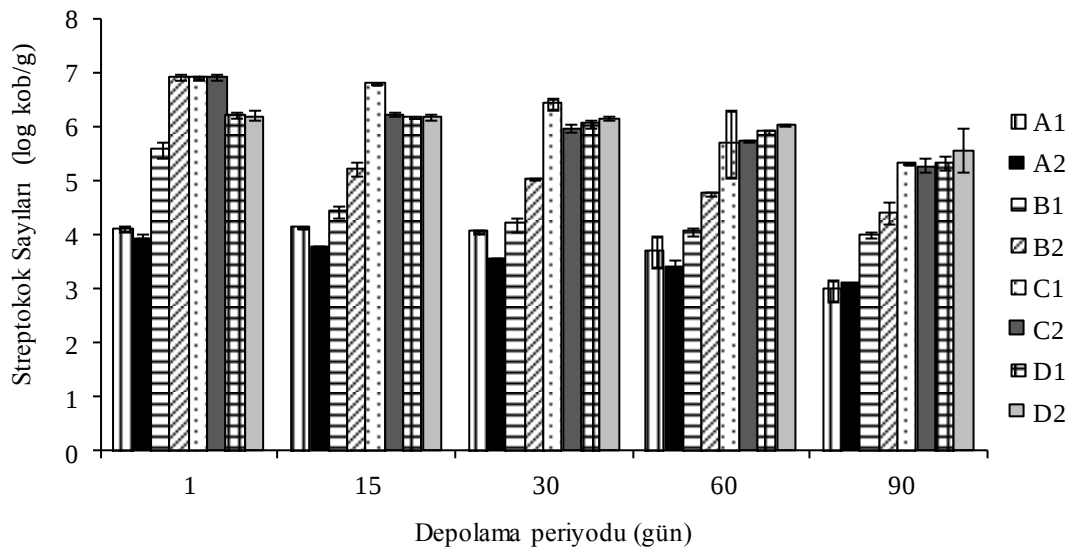
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Streptokok sayılarında düzensiz değişimler görülmekle birlikte, genel olarak peynir gruplarında olgunlaşma süreci ilerledikçe bir azalmanın olduğunu görmek mümkündür

Bu azalma D2 örneği dışında ($p>0,05$), diğer tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2). Bu duruma peynirin üretimi ve olgunlaşma şartları, tuz konsantrasyonu, asitlik, ilave edilen kültürler ve özelliklerinin etki ettiği benzer çalışmalarda da bildirilmektedir (Öner vd 2006).

Çalışmada yağsız peynirlerde 1. gün streptokok sayıları 4,11-6,91 log kob/g ve yağlı peynirlerde ise 3,94 ile 6,92 log kob/g arasında bir değişim göstermiştir. Olgunlaşmanın sonunda bu değerler yağsız peynirlerde 2,98 - 5,33 log kob/g, yağlı peynirlerde ise 3,13-5,56 log kob/g arasında belirlenmiştir. Depolama süresince yağlı ve yağsız peynirlerde streptokok sayıları, ticari + EPS üreten kültür ve yalnızca EPS üreten kültürle yapılan örneklerde diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Peynir üretiminde kullanılan ticari kültür (MOS 062 E), *Lc. lactis ssp lactis* ve *S. thermophilus* suşlarından, EPS üreten kültür (DELVO-ADD 100F) ise *S. thermophilus*'un EPS üreten suşundan oluşmaktadır. Kontrol peynirlerde tespit edilen bakteri varlığını ise pastörizasyon normları ve pastörizasyon sonrası kontaminasyona dayandırmak mümkündür (Wishah 2007).



Şekil 4.2. Üretilen Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen streptokok sayıları (log kob/g)

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde tespit edilen laktokok sayıları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bu süreçte, laktokok sayılarında düzensiz değişimler sergilenmiş olsa da genel olarak 90 günlük depolama sonunda tüm gruplarda belirgin bir düşüş olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Şekil 4.3). Olgunlaşmanın 1. gününde laktokok sayıları yağsız peynirlerde 3,77-7,38 log kob/g arasında iken yağlı peynirlerde 4,02-7,43 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Depolama süresinin sonunda ise bu sayılar yağsızlar için 2,99-5,09 log kob/g ve yağlılar için 3,01-5,17 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Streptokok sayılarında olduğu gibi laktokok sayılarındaki bu düşüşe de olgunlaşma şartları, tuz konsantrasyonu, ortamda gelişen asitlik ve kültürün özelliklerinin neden olduğu düşünülmektedir (Öner vd 2006). Depolama süresince streptokok ve laktokokların varlıklarını korumaları ise iki türün de düşük sıcaklık ve asit gelişimine karşı dirençli olmalarından, aynı şekilde laktokok türlerinin yüksek tuz konsantrasyonlarında da gelişim göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Çizelge 4.5. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen laktokok sayıları (log kob/g)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,77 ^{Ac} ±0,02	3,74 ^{Ab} ±0,05	3,38 ^{Ac} ±0,04	3,09 ^{Bc} ±0,04	2,99 ^{Bb} ±0,12	p<0,01
	B1	6,14 ^{Ab} ±0,04	6,04 ^{Ab} ±0,06	5,96 ^{ABab} ±0,11	5,70 ^{Ba} ±0,02	5,06 ^{Ca} ±0,10	p<0,01
	C1	6,16 ^{Ab} ±0,16	6,04 ^{Ab} ±0,05	5,89 ^{Aab} ±0,1	5,21 ^{Ba} ±0,10	5,09 ^{Ba} ±0,14	p<0,01
	D1	7,38 ^{Aa} ±0,05	5,96 ^{Ba} ±0,28	5,76 ^{BCb} ±0,06	5,19 ^{BCb} ±0,10	4,96 ^{Da} ±0,16	p<0,01
Yağlı	A2	4,02 ^{Ac} ±0,03	3,85 ^{Ab} ±0,22	3,83 ^{Ac} ±0,08	3,26 ^{Bc} ±0,06	3,01 ^{Bb} ±0,07	p<0,01
	B2	6,16 ^{Ab} ±0,13	6,15 ^{Aa} ±0,03	6,09 ^{Aa} ±0,01	5,86 ^{Aa} ±0,08	5,14 ^{Ba} ±0,11	p<0,01
	C2	7,43 ^{Aa} ±0,02	6,32 ^{Ba} ±0,06	6,11 ^{BCa} ±0,05	5,89 ^{Ca} ±0,08	5,17 ^{Da} ±0,09	p<0,01
	D2	6,31 ^{Ab} ±0,05	6,16 ^{Aa} ±0,11	6,12 ^{Aa} ±0,04	5,70 ^{Aa} ±0,05	4,95 ^{Ba} ±0,32	
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

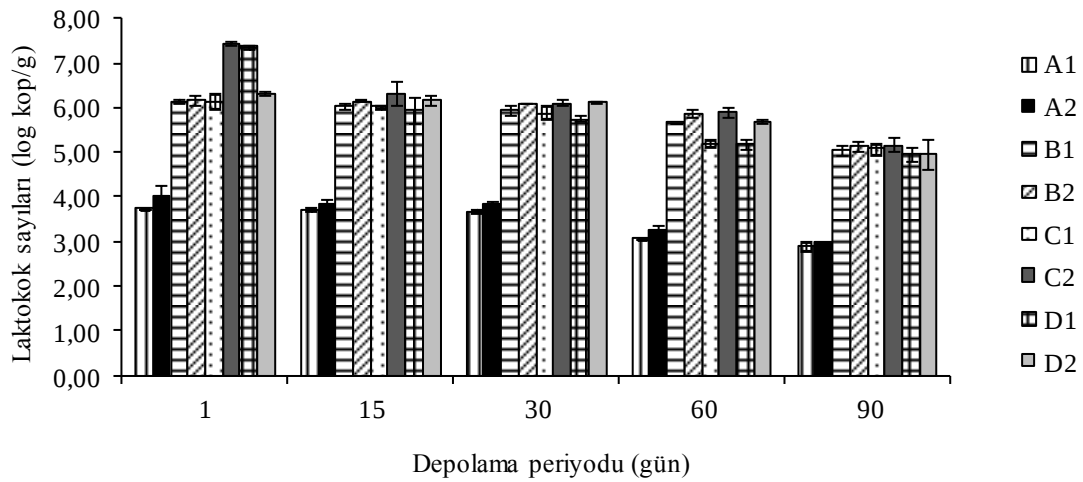
a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C,.....aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Wishah (2007) tarafından yapılan bir çalışmada sunulan bu çalışmaya paralel sonuçlar bildirilmiştir. Göncüoğlu vd (2009) ise Beyaz peynir üretiminde *Enterococcus faecium*'un starter kültür olarak kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmada, *Lc. lactis* ssp. *lactis* içeren kültürle yaptıkları Beyaz peynirde 90 günlük olgunlaşma süresince *Lc. lactis* ssp *lactis* sayısının düştüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen laktokok sayıları (log kob/g)

4.3.3. Peynir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

4.3.3.a. pH değeri

Peynir örneklerinde elde edilen pH değerleri Çizelge 4.6'da toplu olarak verilmiştir. Genel olarak, bütün peynir gruplarında pH değerleri olgunlaşma süresince düşüş göstermiştir (Şekil 4.4). Ancak A1 ve A2 grupları dışındaki peynirlerde değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplar arası, başlangıç pH değerlerinde görülen farklılıklar negatif kontrol gruplarında kültür kullanılmamasından, diğer gruplarda da farklı starter kültür kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tosun (2009) da Beyaz peynirde farklı starter kültürler ve olgunlaştırmanın etkisinin araştırdığı çalışmada 90 günlük olgunlaşma periyodu sonunda pH değerlerinde, bazı örneklerde daha yüksek olmakla beraber genel olarak düşüş tespit etmiştir.

Çizelge 4.6. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin pH değerleri

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	6,35 ^{IA} ±0,03	6,11 ^{dB} ±0,01	5,96 ^{CC} ±0,01	5,88 ^{CC} ±0,01	5,84 ^{CC} ±0,01	p<0,05
	B1	5,43 ^{CD} ±0,02	5,30 ^B ±0,03	5,32 ^B ±0,03	5,07 ^B ±0,02	5,21 ^B ±0,01	ns
	C1	5,34 ^B ±0,03	5,31 ^B ±0,01	5,32 ^B ±0,01	5,32 ^{CD} ±0,01	5,28 ^{BC} ±0,02	ns
	D1	5,50 ^D ±0,01	5,38 ^C ±0,00	5,38 ^B ±0,01	5,37 ^D ±0,01	5,32 ^C ±0,01	ns
Yağlı	A2	6,27 ^{EA} ±0,00	6,13 ^{DBA} ±0,01	5,99 ^{CB} ±0,01	5,98 ^{IB} ±0,01	5,90 ^{DB} ±0,01	p<0,05
	B2	5,14 ^A ±0,00	5,17 ^A ±0,01	5,16 ^A ±0,00	5,10 ^A ±0,01	5,04 ^A ±0,03	ns
	C2	5,44 ^D ±0,03	5,34 ^{BC} ±0,03	5,33 ^B ±0,03	5,33 ^{CD} ±0,00	5,28 ^{BC} ±0,01	ns
	D2	5,36 ^{BC} ±0,01	5,31 ^B ±0,01	5,31 ^B ±0,02	5,30 ^{BC} ±0,00	5,28 ^{BC} ±0,04	ns
ÖD (Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

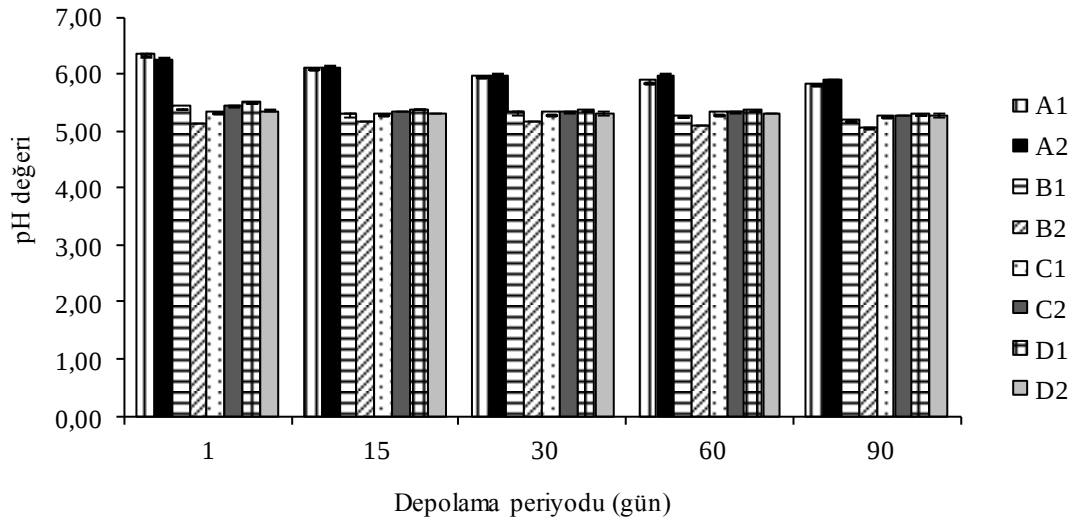
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

**Şekil 4.4.** Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin pH değerleri

Mehenктаş (2006) ise bu çalışmaların tersine olarak, yağı azaltılmış süttten yapılan Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaştırmanın sonunda tüm peynir örneklerinin pH

değerlerinde artış görüldüğünü belirtmiştir. Öner vd (2006), Beyaz peynirin olgunlaşma süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırmışlar ve 105 günlük olgunlaşma sürecinde peynir örneklerinde pH'nın düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir (1. gün pH 4,96, 90. gün pH 4,88). Diğer bir çalışmada ise EPS üreten kültürlerle yapılan Karış peynirinde 1., 7. ve 15. günlerde pH değerleri; EPS üreten kültürle yapılan örnekte 4,44 - 4,10 arasında, EPS üretmeyen kültürle yapılanda ise 4,51 – 4,25 arasında değişmiş ve olgunlaşma sürecinde genel olarak düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Ahmed *et al.* 2005).

Olgunlaşma sürecinde pH değerlerinin değişimi üzerine bazı araştırmacılar starter kültürlerin etkili olduğunu savunurken (Dağdemir 2001), bazı araştırmacılar da pH değişiminin starter farklılığından kaynaklanmadığını savunmaktadırlar (Lynch *et al.* 1996).

4.3.3.b. Titrasyon asitliği

Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri laktik asit cinsinden (%) Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Birinci günde en düşük titrasyon asitliği, kültür ilavesi yapılmayan A1 ve A2 örneklerinde tespit edilmiştir. 90 günlük depolama sonunda tüm örneklerde asitlik değerleri yükselmiştir ($p>0,05$). Ancak bu yükselişte dalgalanmalar olmuştur. Olgunlaşma sonunda en yüksek titrasyon asitliği D2 örneğinde belirlenirken A1 ve A2 örnekleri düşük oranlar göstermişlerdir (Şekil 4.5). Araştırma bulgularına göre, ticari kültür katılarak yapılan peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği değerleri EPS ilaveli kültürle yapılan peynirlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Bu duruma, laktokokların düşük sıcaklık ve tuz konsantrasyonlu ortamlarda gelişebilmeleri ve laktozdan yüksek oranda asit üretebilme yeteneğine sahip olmaları sebep olabilmektedir (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Çizelge 4.7. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	0,108 ^a ±0,001	0,115 ^a ±0,003	0,122 ^a ±0,004	0,145 ^b ±0,005	0,149 ^b ±0,001	ns
	B1	0,397 ^e ±0,010	0,395 ^c ±0,004	0,420 ^d ±0,001	0,422 ^f ±0,003	0,422 ^e ±0,003	ns
	C1	0,324 ^d ±0,00	0,364 ^c ±0,004	0,365 ^c ±0,004	0,333 ^d ±0,005	0,344 ^d ±0,006	ns
	D1	0,257 ^b ±0,01	0,288 ^b ±0,011	0,287 ^b ±0,002	0,285 ^c ±0,001	0,287 ^c ±0,005	ns
Yağlı	A2	0,104 ^a ±0,001	0,112 ^a ±0,006	0,117 ^a ±0,002	0,118 ^a ±0,004	0,122 ^a ±0,003	ns
	B2	0,394 ^e ±0,008	0,433 ^d ±0,004	0,447 ^e ±0,004	0,488 ^g ±0,006	0,489 ^f ±0,004	ns
	C2	0,292 ^c ±0,012	0,352 ^b ±0,046	0,354 ^c ±0,005	0,360 ^d ±0,001	0,364 ^d ±0,004	ns
	D2	0,394 ^e ±0,006	0,394 ^c ±0,005	0,410 ^d ±0,001	0,402 ^e ±0,006	0,408 ^e ±0,004	ns
ÖD (Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c,} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

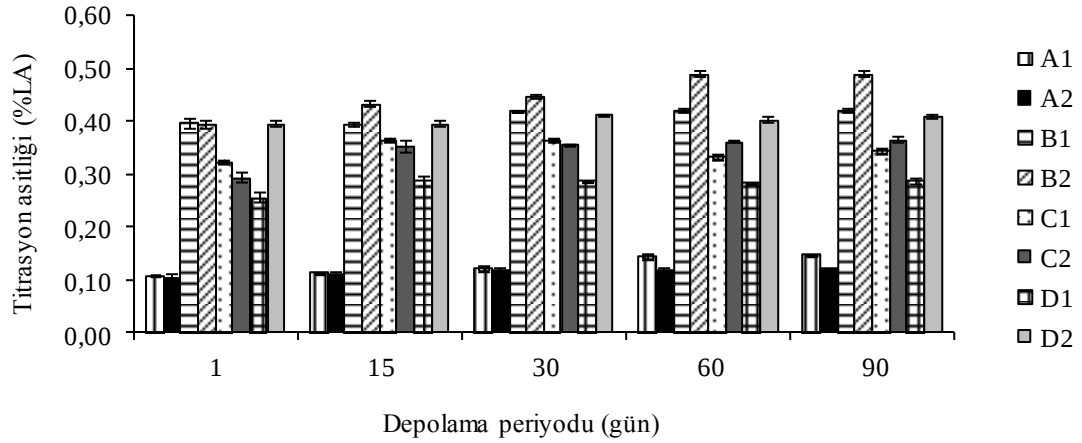
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Yarı yumuşak ve yumuşak peynirlerin olgunlaşması sırasında oluşan fermentasyon sonucunda laktozun laktik aside dönüştüğü, bu dönüşümün başlangıçta hızlı olduğu, daha sonra laktozun azalması nedeniyle neredeyse durma derecesine kadar yavaşladığı bilinmektedir (Uraz 1981; Öztekin 1991). Çalışmada olgunlaşma süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen dalgalanmaların ise proteolize bağlı olarak alkali karakterdeki maddelerin ortamda oluşarak bileşime katılması ve kurumaddedeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Wishah 2007).

Farklı starter kültürlerin peynirin özelliklerine etkisini araştıran bir çalışmada titrasyon asitliklerinin, kullanılan starter türlerine göre farklı olmakla beraber depolamanın birinci gününde ortalama %0,17- 0,22 oranında değiştiği ve depolama süresince bu değerlerin arttığı belirtilmiştir (Hayaloğlu 2007). Olgunlaşma süresince peynirin özelliklerinde meydana gelen değişimleri araştıran başka bir çalışmada da olgunlaşma süresince titrasyon asitliğinin arttığı belirlenmiştir (Topçu ve Saldamlı 2006). Erdem (2005), Beyaz peynirin tekstürel özellikleri üzerine tuzlama, yağ azaltılması ve ultrafiltrasyonun

etkilerini incelediği araştırmada örneklerin titrasyon asitliklerinin depolama süresince arttığını belirlemiş ve asitlik değerlerinin %0,79 ile %1,20 arasında değiştiğini bildirmiştir



Şekil 4.5. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)

4.3.3.c. Kurumadde miktarı

Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen (%) kurumadde miktarları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Birinci günde % kurumadde değerleri yağsız peynirlerde %38,45 ile 39,16 ve yağlı peynirlerde %39,76 ile 41,61 arasında değişmiştir. Depolama sonunda ise yağsız peynirlerde %36,93-38,61 ve yağlı peynirlerde %37,35-42,02 arasında bir değişim göstermiştir.

Peynirlere ait başlangıç kurumadde değerlerindeki farklılığın peynirin yağlı ve yağsız sütle üretiminin yanında, farklı kültürlerin peynir pıhtısı oluşumuna değişik etkilerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir ($p < 0,01$). Olgunlaşmanın 15. gününde tüm peynir örneklerinin kurumadde miktarlarında ilk güne göre azalma tespit edilmiştir. Depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde, negatif kontrol grubunu oluşturan A1 ve A2’da artış; pozitif kontrol grubunu oluşturan B1’de düzensiz değişimler ve B2’de ise olgunlaşma süresince B1 örneğine göre hızlı bir düşüş olmuştur (Şekil 4.6). Ancak

azalmanın sadece D1 ve B2 gruplarında istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu durumun kullanılan ticari kültürden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kurumadde miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	39,16 ^b ±0,00	38,85 ^b ±0,35	38,91 ^{ab} ±0,08	39,12 ^b ±0,05	39,61 ^d ±0,18	ns
	B1	38,55 ^a ±0,0	38,07 ^a ±0,71	38,24 ^a ±0,46	38,04 ^b ±0,04	38,61 ^b ±0,24	ns
	C1	38,45 ^a ±0,00	38,13 ^a ±0,03	38,34 ^a ±0,008	38,12 ^b ±0,18	37,92 ^{ab} ±0,01	ns
	D1	38,80 ^{aA} ±0,06	38,48 ^{bAB} ±0,09	38,81 ^{bAB} ±0,01	38,44 ^{bB} ±0,04	37,73 ^{aB} ±0,09	$p<0,05$
Yağlı	A2	41,61 ^{de} ±0,00	41,29 ^d ±0,52	41,61 ^d ±0,07	41,71 ^e ±0,22	42,02 ^e ±0,31	ns
	B2	40,91 ^{dA} ±0,05	38,14 ^{aB} ±0,07	38,09 ^{aB} ±0,00	37,81 ^{aB} ±0,12	37,35 ^{aB} ±0,21	$p<0,05$
	C2	39,76 ^c ±0,08	38,35 ^a ±0,14	38,72 ^b ±0,27	38,75 ^{cd} ±0,01	38,67 ^b ±0,11	ns
	D2	40,31 ^d ±0,00	39,84 ^c ±0,18	39,72 ^c ±0,27	39,91 ^d ±0,01	39,21 ^d ±0,06	ns
ÖD (Gruplara göre)		$p<0,01$	$p<0,01$	$p<0,01$	$p<0,01$	$p<0,01$	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

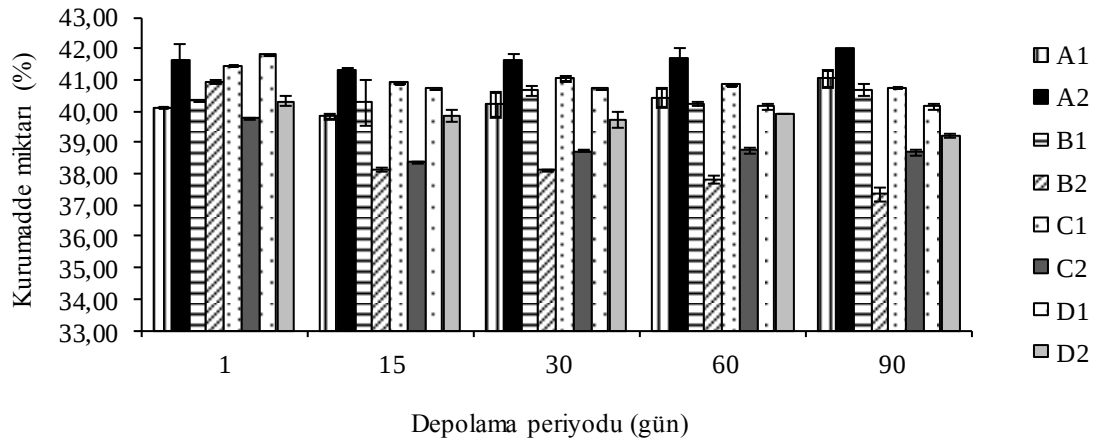
a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Peynir gruplarını oluşturan C1 ve C2 örneklerinde de pozitif kontrol grubunda olduğu gibi kurumadde açısından düzensiz değişimler belirlenmiştir. Yalnızca EPS üreten kültürle hazırlanan D1 ve D2 örneklerinde ise kurumaddede depolama süresince düşüş tespit edilmiştir. Beyaz peynir, salamurada olgunlaştırıldığından, depolama süresince peynir içine tuz difüzyonu ya da protein hidrolizatlarının salamuraya difüzyonu söz konusudur. Depolama süresince kurumaddede görülen değişimlerin ana sebeplerinden biri de budur (Wishah 2007).



Şekil 4.6. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kurumadde içerikleri (%)

Topçu ve Saldamlı (2006), pastörize edilmiş sütle yapılan beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal değişimlerini inceledikleri araştırmada; yağlı ve ticari peynir kültürüyle yapılan peynir örneklerinin kurumadde içeriklerini, 1. ve 90. günlerde sırasıyla %39,80 ile %41,12 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise yağsız ve yağlı sütle, kültür ilavesiz ve ticari kültürlü olarak yapılan peynirlerin olgunlaşma süresince kurumadde miktarlarındaki değişimlerin oransal olarak Topçu ve Saldamlı (2006)'nın bulduğu değerlerle uyumluluk gösterdiği görülmüştür.

Yağsız süttten elde edilen peynirdeki kurumadde oranı, EPS üreten kültürle yapılan peynirin kurumadde oranından istatistiksel olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,01$). LAB tarafından üretilen EPS, peynirde su tutma kapasitesini artırmaktadır (Bhaskaracharya and Shah 2001; Ahmed *et al.* 2005). Çalışmanın EPS üreten kültürle elde edilen deneme gruplarında 90 günlük olgunlaşma süresinde kurumadde oranları düşmüştür. Bu durum oluşan EPS nin peynir suyunu daha fazla tuttuğunu bunun da kurumadde oranını azalttığı şeklinde açıklanabilir. Bunu destekler nitelikte yapılan bir çalışmada, EPS üreten kültürle yapılan Karish peynirinde, depolama süresince su oranının, EPS üretmeyen kültürle yapılan kontrol grubu peynire göre %2 oranında arttığını tespit etmişlerdir (Ahmed *et al.* 2005). Zisu and Shah (2006), EPS üreten starter kültürlerle az yağlı Mozzarella peyniri yapmışlar ve peynirdeki tekstürel ve kimyasal

değişimleri izlemişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre EPS üreten kültürle yapılan peynirde su oranı %56,21 iken EPS üretmeyen kültürle yapılan peynirde %52,84 olarak belirlenmiştir. Su oranındaki artışın peynirin randımanını da artırdığı bildirilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada da *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un EPS üreten türleriyle yapılan yağı azaltılmış Mozzarella peynirinde kontrol peynirine göre su içeriğinin %1,5 oranında arttığını bildirmişlerdir (Broadbent *et al.* 2001).

4.3.3.d. Yağ miktarı

Tüm deneme peynir gruplarında elde edilen yağ oranları Çizelge 4.9'da toplu olarak verilmiştir. Genel olarak tüm peynir gruplarında elde edilen yağ oranlarının, kültürle göre ve olgunlaşma periyoduna göre değerlendirilmesinde 1. gün ile 90. günler arasında önemli bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Yağlı ve yağsız süt kullanılarak yapılan peynirler karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Şekil 4.7).

Çizelge 4.9. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağ miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,7 ^b ±0,40	4,5 ^b ±0,00	ns
	B1	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,7 ^b ±0,40	4,5 ^b ±0,00	4,5 ^b ±0,00	ns
	C1	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,7 ^b ±0,40	4,7 ^b ±0,40	4,7 ^b ±0,40	ns
	D1	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,0 ^b ±0,00	4,7 ^b ±0,40	4,0 ^b ±0,00	ns
Yağlı	A2	18,0 ^a ±0,00	18,5 ^a ±0,70	18,5 ^a ±0,40	18,0 ^a ±0,40	18,5 ^a ±0,70	ns
	B2	18,0 ^a ±0,70	18,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,70	17,5 ^a ±0,70	17,5 ^a ±0,70	ns
	C2	18,5 ^a ±0,70	18,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,00	17,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,70	ns
	D2	18,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,70	18,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,00	18,0 ^a ±0,40	ns
ÖD (Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

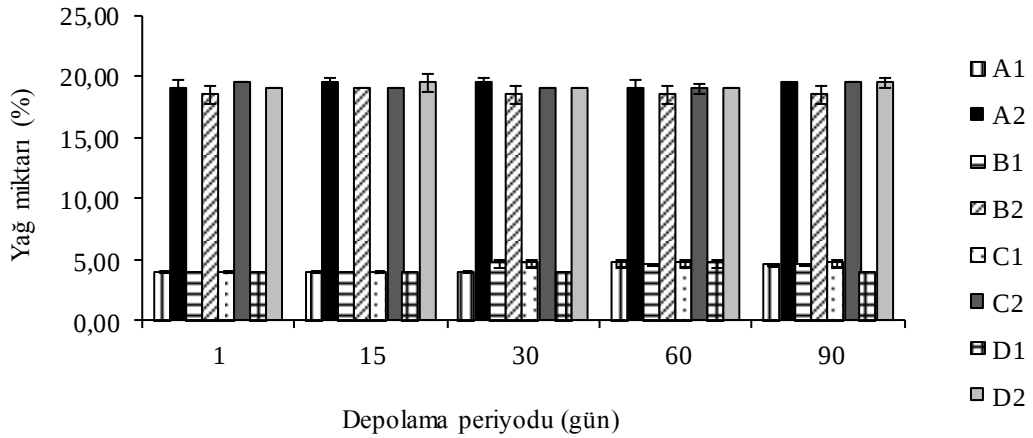
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

^{a, b, c}: aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Yağlı ve yağsız sütün yapılan peynirlerin olgunlaşma süresince yağ oranlarında değişiklik tespit edilememesini destekler nitelikte birçok çalışma mevcuttur. Guzman *et al.* (2009), yaptıkları bir çalışmada Penela peynirinde yağ oranlarının depolama süresi ve oluşan EPS miktarından önemli derecede etkilenmediğini bildirmişlerdir. Ahmet *et al.* (2005), EPS üreten ve üretmeyen kültürle yaptıkları az yağlı Karış peynirinde depolama süresince yağ miktarının değişmediğini (%0,5) tespit etmişlerdir. Beyaz peynirde yapılan bir araştırmada da depolama süresince peynirin kimyasal kompozisyonu araştırılmış ve 90 günlük depolama boyunca kurumaddede yağ oranı %49,12 ile %49,30 arasında değişmiştir (Topçu ve Saldamlı 2006).



Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağ miktarları (%)

4.3.3.e. Yağsız peynir kitlesindeki su oranı

Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince tespit edilen yağsız peynir kitlesindeki % su oranları (YPKS), Çizelge 4.10'da verilmiştir. Birinci günde yağsız peynirlerde YPKS %63,38 ile 64,11 arasında, yağlı peynirlerde ise %71,20 ile 73,91 arasında değişmiştir. Yağlı ve yağsız peynirlerde YPKS değişimleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Aynı şekilde birinci günde, yağlı ve yağsız peynirlerde, kültürlü peynirlerin YPKS oranları kültür ilavesiz olanlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolama süresince tüm gruplar düzensiz değişimler göstermekle beraber olgunlaşmanın sonunda A1 ve A2 örnekleri hariç diğer örneklerde YPKS oranlarının arttığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). ticari kültürle üretilen peynirler kültür

ilavesiz peynirlere göre daha yüksek YPKS oranına sahipken, EPS üreten kültürle üretilen peynir örnekleri ise ticari kültürle ve kültür ilavesiz şekilde üretilen peynir örneklerine göre daha yüksek YPKS içeriğine sahip olmuşlardır ($p<0,01$).

Olgunlaşma sırasında EPS üreten kültürle üretilen peynirlerin kurumadde oranlarının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Su içeriklerinin yükselmesinin sonucu olarak YPKS oranlarının artışı normal olarak değerlendirilmiştir. Bu konuda daha önce yapılan birçok araştırmada bu sonuçları desteklemektedir (Perry *et al.* 1997; Bhaskaracharya and Shah 2001; Broadbent *et al.* 2001; Moreira *et al.* 2003; Ahmed *et al.* 2005; Zisu and Shah 2006; Costa *et al.* 2010).

Çizelge 4.10. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağsız peynir kitlesindeki su oranları (%)

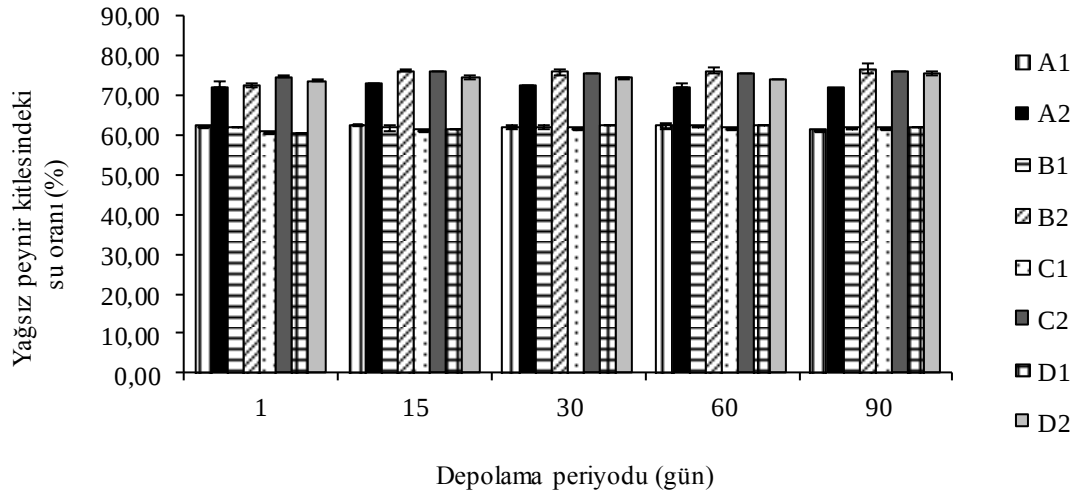
Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	63,38 ^a ±0,00	63,69 ^a ±0,10	63,63 ^a ±0,47	63,74 ^a ±0,57	63,23 ^a ±0,30	ns
	B1	64,01 ^a ±0,01	64,51 ^a ±0,77	64,67 ^a ±0,41	64,77 ^a ±0,07	64,28 ^a ±0,22	ns
	C1	64,11 ^a ±0,00	64,44 ^a ±0,01	64,56 ^a ±0,15	64,79 ^a ±0,22	65,06 ^a ±0,23	ns
	D1	63,75 ^a ±0,02	64,08 ^a ±0,02	63,73 ^a ±0,01	64,46 ^a ±0,15	64,86 ^a ±0,12	ns
Yağlı	A2	71,20 ^c ±0,00	72,03 ^b ±1,42	71,64 ^b ±0,26	71,08 ^b ±0,07	71,14 ^b ±1,14	ns
	B2	72,06 ^{cd} ±0,65	75,43 ^{cd} ±0,09	75,05 ^c ±0,75	75,38 ^c ±0,59	75,93 ^c ±1,03	ns
	C2	73,91 ^{de} ±0,89	75,18 ^d ±0,19	74,73 ^c ±0,37	74,24 ^c ±0,02	74,79 ^c ±0,61	ns
	D2	72,79 ^d ±0,20	73,81 ^{bc} ±0,50	73,51 ^c ±0,37	73,28 ^c ±0,02	74,13 ^c ±0,47	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

^{a, b, c,} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir



Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin yağsız peynir kitlesindeki su oranları (%)

4.3.3.f. Tuz miktarı

Tuz konsantrasyonu ve peynir kitlesine dağılımı, peynir kalitesini ve tercih edilebilirliğini etkileyen önemli bir parametredir. Tuz, peynirde lezzet gelişimine katkıda bulunmakta, pH, su aktivitesi ve redoks potansiyeli ile birlikte patojenlerin gelişimini inhibe ederek bozulmayı minimize etmektedir (Çelik ve Uysal 2009).

Olgunlaşma süresince, salamurada bekleme süresi, sıcaklık ve yağ oranı gibi faktörler peynire tuz geçişini etkilemektedir. Yağ oranının azalması ve salamura sıcaklığının düşmesi, peynire tuz geçişini artırmaktadır (Gider 2006).

Bu çalışmada, olgunlaşma süresince peynir örneklerinde tespit edilen tuz miktarları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Birinci gün tuz içerikleri yağsız peynirlerde %3,21 ile 3,62 arasında, yağlı peynirlerde ise %3,42 ile 3,85 arasında tespit edilmiştir. Yağlı ve yağsız peynirlerin tuz içerikleri birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p < 0,01$). Tuz miktarının yağ içeriği ile ilişkili olarak değiştiği görülmüştür. Olgunlaşma boyunca tüm gruplarda tuz oranları artış göstermiştir. Bu artış C1 örneğinde istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p > 0,05$), diğer örneklerde önemli olmuştur ($p < 0,05$) (Şekil

4.9). Starter kültür farklılığının ise tuz oranlarında önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki tuz miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depo-lama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,61 ^{cA} ±0,01	4,08 ^{aB} ±0,04	4,84 ^{bC} ±0,032	5,01 ^{cC} ±0,008	5,05 ^{dC} ±0,004	p<0,05
	B1	3,21 ^{aA} ±0,06	4,81 ^{cB} ±0,29	4,92 ^{cB} ±0,035	4,97 ^{cB} ±0,002	4,93 ^{cB} ±0,053	p<0,05
	C1	3,43 ^b ±0,001	4,51 ^b ±0,157	4,69 ^b ±0,006	4,72 ^b ±0,018	4,74 ^b ±0,024	ns
	D1	3,62 ^{cA} ±0,06	4,07 ^{aB} ±0,014	4,73 ^{bBC} ±0,13	4,90 ^{cC} ±0,001	4,90 ^{cC} ±0,010	p<0,05
Yağlı	A2	3,42 ^{bA} ±0,02	4,61 ^{bB} ±0,02	4,68 ^{bB} ±0,010	4,69 ^{bB} ±0,009	4,67 ^{bB} ±0,004	p<0,01
	B2	3,85 ^{eA} ±0,03	4,92 ^{cA} ±0,04	4,23 ^{aB} ±0,046	4,35 ^{aB} ±0,052	4,32 ^{aB} ±0,006	p<0,05
	C2	3,82 ^{dA} ±0,01	4,17 ^{aB} ±0,07	4,29 ^{aB} ±0,011	4,34 ^{aBC} ±0,03	4,39 ^{aC} ±0,003	p<0,05
	D2	3,42 ^{bA} ±0,04	4,17 ^{aB} ±0,01	4,54 ^{bBC} ±0,16	4,69 ^{bBC} ±0,07	4,75 ^{bC} ±0,006	p<0,05
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

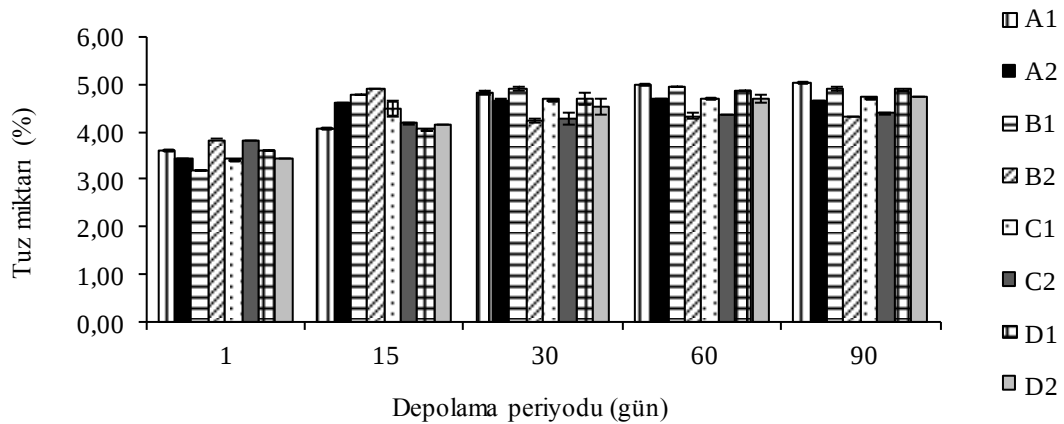
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir



Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki tuz miktarları (%)

Pek çok araştırmacı; aynı salamura tuz oranına sahip, taze ve olgunlaşmış peynirlerde tuz oranını farklı bildirmişlerdir. Taze peynirde tuz oranını, Uraz ve Şimşek (1998) %4, Saldamlı ve Kaytanlı (1998) %4,64 olarak; olgunlaşmış peynirlerde ise, Uraz ve Şimşek (1998) %3,34, Dağdemir vd (2003) %5,80-%6,10 arasında, Çelik vd (2005) %8,75 ve Erdem (2005) %4,86 - %5,42 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, olgunlaşma süresince deneme peynir örneklerinin tuz içeriğindeki artış da diğer çalışmalarla paralellik göstermiştir. Bunu destekler nitelikte; Mehenktaş (2006) ve Vapur (2010) ürettikleri Beyaz peynirlerin tuz içeriklerinin olgunlaşma süresince arttığını ve sırasıyla ortalama %3,26- %4,21 ve %3,45 ile %3,67 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde Awad (2006), pastörize ve çiğ süttten ürettiği Ras peynirinin özelliklerini araştırdığı çalışmada, 180 günlük olgunlaşma periyodunda tuz içeriklerinin arttığını ve örneklerini tuz içeriklerini çiğ süttten yapılan peynirde ortalama %1,70'ten %3,75'e, pastörize süttten yaptığı peynirde ise ortalama %1,75'ten, %4,05'e yükseldiğini bildirmiştir. Öner vd (2006) yaptıkları bir çalışmada, Beyaz peynirin olgunlaşma sürecinde tuz oranının arttığını bildirmişlerdir.

Ahmed *et al.* (2005), EPS üreten kültürlerle yaptıkları Karish peynirinde olgunlaşma süresince tuz içeriklerini EPS üretmeyen kültürle yaptıkları peynirde %5,00'dan %5,80'e, EPS üreten kültürle yaptıkları peynirde ise %5,70'den %6,50'ye yükseldiğini tespit etmişlerdir.

4.3.3.g. Kül miktarı

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde tespit edilen kül oranları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Peynir örneklerinin kül içerikleri, 1. günde yağsız peynirlerde %4,51 ile 5,58 arasında, yağlı peynirlerde ise %3,70 ile 4,53 arasında değişmiştir. Olgunlaşma süresince bu farklılık devam etmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.12. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki kül miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	5,58 ^c ±0,059	5,75 ^d ±0,326	5,61 ^c ±0,333	5,63 ^b ±0,114	5,56 ^d ±0,103	ns
	B1	4,98 ^c ±0,157	5,31 ^{cd} ±0,080	5,27 ^{bc} ±0,154	5,34 ^{ab} ±0,091	5,38 ^{cd} ±0,022	ns
	C1	4,61 ^b ±0,298	5,17 ^{bc} ±0,103	5,20 ^c ±0,015	5,04 ^{ab} ±0,090	5,20 ^{bc} ±0,142	ns
	D1	4,51 ^b ±0,182	5,30 ^{cd} ±0,013	5,41 ^{bc} ±0,071	5,33 ^{ab} ±0,103	5,37 ^{cd} ±0,010	ns
Yağlı	A2	4,46 ^b ±0,355	5,03 ^{ab} ±0,108	4,83 ^a ±0,200	4,75 ^a ±0,032	4,73 ^a ±0,025	ns
	B2	4,03 ^b ±0,117	4,47 ^a ±0,325	4,70 ^a ±0,153	4,97 ^{ab} ±0,026	4,99 ^{ab} ±0,018	ns
	C2	4,53 ^b ±0,214	4,73 ^{ab} ±0,103	4,73 ^a ±0,042	4,87 ^a ±0,033	4,86 ^a ±0,075	ns
	D2	3,70 ^{aA} ±0,027	4,58 ^{aAB} ±0,083	4,77 ^{aB} ±0,750	4,99 ^{abB} ±0,018	4,95 ^{abB} ±0,026	p<0,05
ÖD(Gr. göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C, ...} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

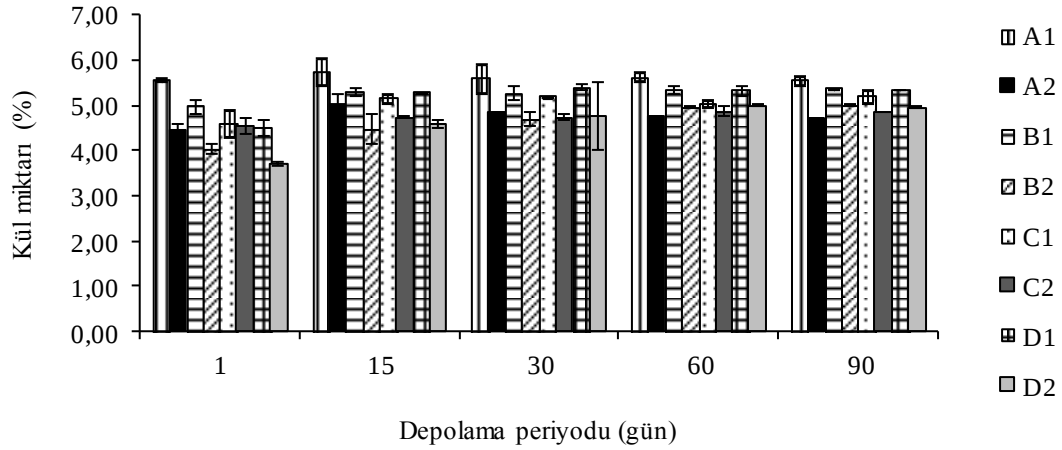
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Olgunlaşmanın 15. gününde, tüm gruplarda kül içerikleri artış gösterirken ($p<0,01$); sonraki dönemlerde dalgalanmalar olmuş (Şekil 4.10), A1 grubu hariç tüm grupların 1. güne göre kül miktarları artmıştır ($p>0,05$). İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise bu artış, gruplarda günlere göre D2 grubu ($p<0,05$) dışında, hiçbir grupta anlamlılık oluşturmamıştır. Bu artışlar üzerine, peynirde bulunan yüksek tuz oranları, olgunlaşma ve starter farklılıklarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Mehenktaş (2006), kontrol grubu ve EPS üreten kültürle yaptığı Beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresince bütün gruplarda kül miktarlarının arttığını bildirmiştir. Diğer bir çalışmada EPS üreten ve üretmeyen kültürlerle yapılan Karış peynirinde kül miktarının her iki peynir çeşidinde de artış gösterdiği belirlenmiştir (Ahmet *et al.* 2005). Bu durum, EPS'nin özel olarak kül miktarına etkisi olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Aynı şekilde Tosun (2009), farklı starter kültürlerle yaptığı Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kül miktarlarının değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda elde edilen kül içeriği miktar ve değişimlerinin literatür ile uyumluluk içerisinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.10. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki kül miktarları (%)

4.3.3.h. Toplam azot miktarı

Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen proteoliz sonucu, her peynir çeşidine özgü karakteristik özellikler oluşur. Proteolizin kontrolü peynirin olgunlaşma düzeyinin belirlenmesi açısından önemli bir etkidir. Toplam azot, peynirin proteoliz düzeyi hakkında bilgi veren ve olgunlaşma periyodu boyunca belirlenmesi gereken bir parametredir (Law 1987). Bu çalışmada peynir örneklerinde olgunlaşma süresince tespit edilen, toplam azot içerikleri Çizelge 4.13’de özetlenmiştir.

Toplam azot miktarı birinci günde yağsız peynirlerde %2,92 ile 3,48 arasında yağlı peynirlerde ise %2,08 ile 2,36 arasında değişiklik göstermiştir ($p<0,01$). Diğer olgunlaşma dönemlerinde tüm örneklerde düzensiz değişimler belirlenmiştir. Ancak 90. günde bütün gruplarda birinci güne göre düşüş olmuştur (D1 grubu için $p<0,05$). Şekil 4.11’de tüm peynirlerde toplam azot miktarlarının değişim seyri gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki toplam azot miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,48 ^e ±0,004	3,35 ^e ±0,006	3,10 ^d ±0,018	2,92 ^e ±0,054	2,97 ^f ±0,009	ns
	B1	3,43 ^e ±0,013	3,49 ^f ±0,022	3,16 ^d ±0,049	2,72 ^d ±0,044	2,81 ^e ±0,060	ns
	C1	2,96 ^d ±0,004	2,82 ^d ±0,054	2,57 ^c ±0,021	2,57 ^c ±0,017	2,68 ^d ±0,006	ns
	D1	2,92 ^{dA} ±0,006	2,85 ^{dA} ±0,004	2,69 ^{cB} ±0,004	2,62 ^{cDB} ±0,002	2,63 ^{dB} ±0,004	p<0,01
Yağlı	A2	2,36 ^c ±0,003	2,14 ^b ±0,004	2,04 ^{ab} ±0,083	2,09 ^b ±0,012	2,12 ^c ±0,004	ns
	B2	2,35 ^c ±0,004	2,30 ^c ±0,011	1,88 ^a ±0,034	1,86 ^a ±0,061	1,90 ^a ±0,009	ns
	C2	2,21 ^b ±0,003	2,23 ^c ±0,005	2,09 ^b ±0,006	1,97 ^{ab} ±0,011	2,00 ^b ±0,020	ns
	D2	2,08 ^a ±0,0042	1,97 ^a ±0,018	1,92 ^{ab} ±0,067	1,97 ^{ab} ±0,011	1,97 ^{ab} ±0,006	ns
ÖD (Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

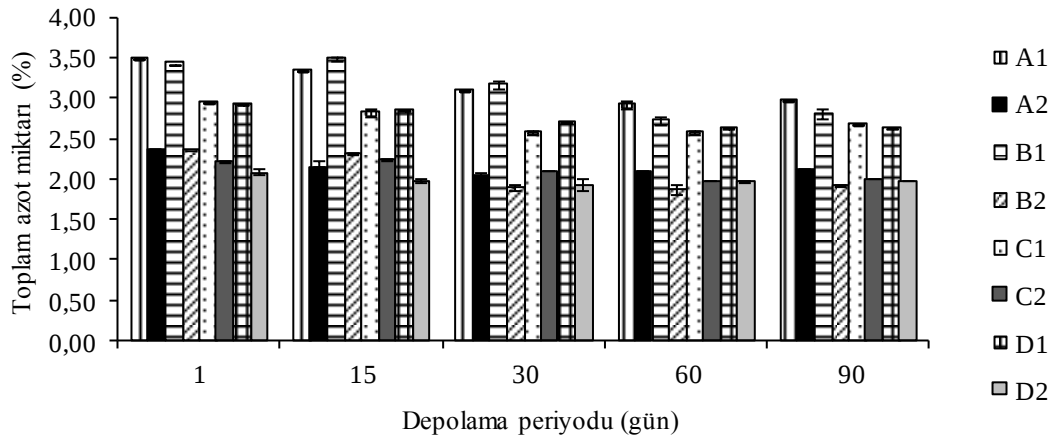
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C, ...} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

**Şekil 4.11.** Peynir örneklerinde belirlenen toplam azot miktarları (%)

Öner vd (2006), depolama süresince Beyaz peynirin bileşiminde meydana gelen değişimleri inceledikleri bir çalışmada, toplam azot miktarının 1. ve 90. günlerde sırasıyla %3,09-%2,19 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile Öner vd (2006)'nın sonuçları benzerlik göstermiştir. Olgunlaşma süresince toplam azot

miktarında azalma olduğu bazı araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Kılıç ve Gönç 1990; Koçak vd 1996).

Yağ oranı yüksek olan peynirlerde toplam azot miktarının düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 3.13). Bunun sebebinin peynire işlenecek sütün yağ oranıyla peynirin toplam azot içeriği arasında ters yönlü bir ilişki olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Mehenktaş 2006).

4.3.3.i. Protein miktarı

Bu çalışmada tüm peynir gruplarında belirlenen %protein değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki protein miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	22,20 ^e ±0,02	21,37 ^e ±0,03	19,77 ^d ±0,11	18,62 ^e ±0,34	18,94 ^f ±0,05	ns
	B1	21,88 ^e ±0,08	22,26 ^f ±0,14	20,16 ^d ±0,31	17,35 ^d ±0,28	17,92 ^e ±0,38	ns
	C1	18,88 ^d ±0,02	17,99 ^d ±0,34	16,39 ^c ±0,13	16,39 ^c ±0,11	17,09 ^d ±0,04	ns
	D1	18,6 ^{dA} ±0,03	18,1 ^{dA} ±0,02	17,16 ^{cB} ±0,02	16,71 ^{cC} ±0,01	16,77 ^{dBC} ±0,02	p<0,01
Yağlı	A2	15,05 ^c ±0,01	13,65 ^b ±0,02	13,01 ^a ±0,53	13,33 ^b ±0,07	13,52 ^c ±0,02	ns
	B2	14,99 ^c ±0,02	14,67 ^c ±0,07	11,99 ^{ab} ±0,21	11,86 ^a ±0,38	12,12 ^a ±0,05	ns
	C2	14,09 ^b ±0,01	14,22 ^c ±0,48	13,33 ^b ±0,03	12,56 ^{ab} ±0,06	12,76 ^b ±0,12	ns
	D2	13,27 ^a ±0,26	12,56 ^a ±0,11	12,24 ^{ab} ±0,42	12,56 ^{ab} ±0,07	12,56 ^{ab} ±0,03	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

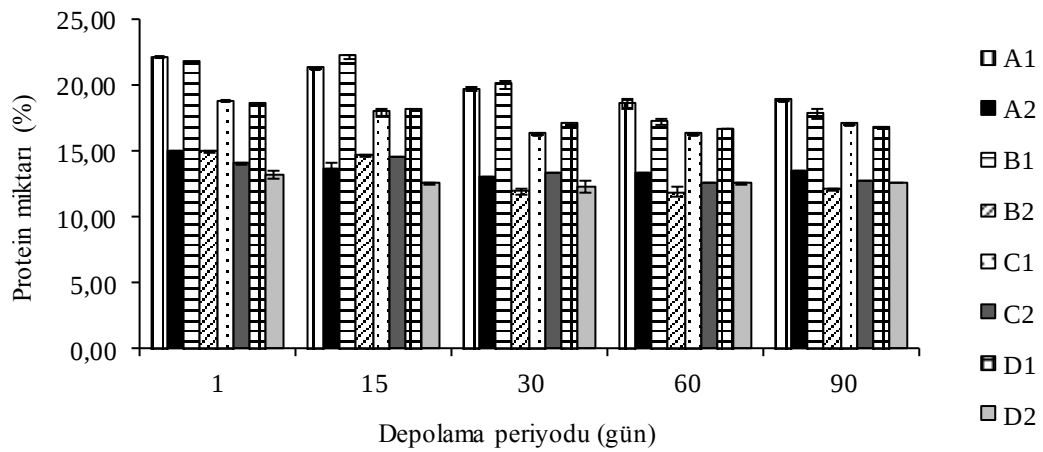
a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Birinci günde yağsız peynirlerde protein içeriği %18,62 ile 22,20 arasında ve yağlı peynirlerde %13,27 ile 15,05 arasında değişmiştir. Yağlı ve yağsız peynirler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Yağsız peynirlerde en yüksek protein içeriğine A1 örneği sahipken, EPS üreten kültür ilaveli peynir örneklerinde protein içerikleri kültür ilavesiz ve ticari kültürlü peynir örneğine göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Olgunlaşmanın diğer dönemlerinde protein içerikleri düzensiz değişimler göstermesine rağmen 1. ve 90. günler karşılaştırıldığında protein oranının tüm örneklerde düştüğü görülmüştür. Bu düşüş D1 grubunda anlamlı iken ($p<0,05$) diğer gruplarda, sadece sayısal olarak bir değişim olarak görülmüştür (Şekil 4.12). Protein miktarlarındaki bu düşüşün; süt proteini olan kazeinin enzimler tarafından parçalanması ve oluşan parçalanma ürünlerinin salamuraya geçmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Wishah 2007). Salamura Beyaz peynirlerdeki toplam protein miktarlarının olgunlaşma süresince azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından da desteklenmiştir (Akbulut vd 1996; Özer *et al.* 2003; Atasoy 2004).



Şekil 4.12. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki protein miktarları (%)

Hayaloğlu (2007), farklı starter kültürler kullanarak ürettiği Beyaz peynirde 90 günlük depolama süresince meydana gelen kimyasal değişimleri incelediği araştırmada; starter kültürlerine göre değişmekle birlikte bazı örneklerde protein içeriklerinin olgunlaşma boyunca düştüğünü, bazı peynir örneklerinde ise arttığını tespit etmiştir. Ancak bu farklılığın starter kültür kaynaklı olmadığını, tuz absorpsiyonu ve/veya bazı çözümler

maddelerin suya geçişinden kaynaklanabileceğini vurgulamıştır. Bu çalışmada ise elde edilen değerler Beyaz peynirde farklı özelliklerde kültür kullanılmasına rağmen protein içeriğinde düşüş meydana geldiğini ve bu durumun starter kültürlerden kaynaklanmadığı belirlenmiştir.

4.3.3.j. Suda çözünür azot miktarı (%) ve suda çözünen azot miktarına göre olgunlaşma indeksi (%)

Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen suda çözünür azot miktarları (SÇA) (%) Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen suda çözünen azot miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	0,084 ^{ab} ±0,004	0,105 ^a ±0,006	0,119 ^a ±0,002	0,188 ^a ±0,020	0,206 ^a ±0,006	ns
	B1	0,167 ^d ±0,002	0,291 ^c ±0,008	0,311 ^c ±0,001	0,345 ^b ±0,037	0,376 ^b ±0,008	ns
	C1	0,203 ^f ±0,010	0,348 ^c ±0,009	0,392 ^d ±0,010	0,458 ^c ±0,020	0,639 ^b ±0,237	ns
	D1	0,112 ^c ±0,006	0,192 ^b ±0,006	0,188 ^b ±0,004	0,226 ^a ±0,027	0,241 ^a ±0,006	ns
Yağlı	A2	0,079 ^a ±0,004	0,106 ^a ±0,006	0,106 ^a ±0,008	0,179 ^a ±0,040	0,213 ^a ±0,008	ns
	B2	0,179 ^{de} ±0,002	0,314 ^c ±0,040	0,392 ^d ±0,039	0,420 ^b ±0,003	0,426 ^b ±0,006	ns
	C2	0,102 ^{bcA} ±0,003	0,174 ^{bA} ±0,006	0,384 ^{dB} ±0,019	0,355 ^{bB} ±0,022	0,369 ^{bb} ±0,003	p<0,05
	D2	0,189 ^e ±0,006	0,200 ^b ±0,011	0,180 ^b ±0,006	0,235 ^a ±0,006	0,244 ^a ±0,006	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c,} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C,} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

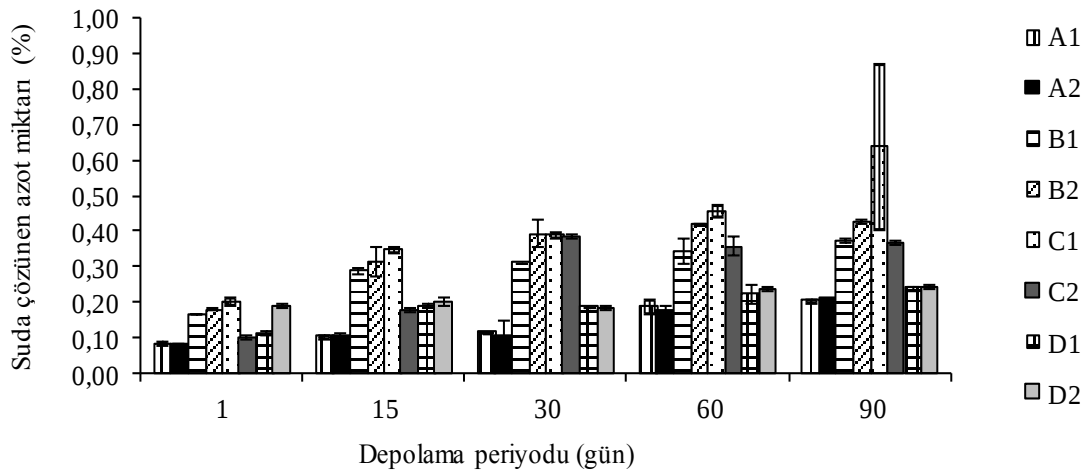
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Azotlu bileşiklerin suda çözünür duruma geçmesinin peynirin olgunlaşma derecesi ve niteliği bakımından büyük önemi vardır. Suda çözünen azot miktarı, olgunlaşma süresince meydana gelen proteoliz sonucu oluşan tüm peptidler, amino asitler, aminler,

üre ve amonyak gibi daha küçük azotlu bileşikler hakkında bilgi vermektedir (Tosun 2009; Metin 2010).

Bu çalışmada, belirlenen en düşük ve en yüksek SÇA miktarları, yağsız ve yağlı süttten üretilen peynir grupları için birinci günde sırasıyla %0,084 ile 0,203 ve %0,079 ile 0,189 olarak bulunmuştur (Şekil 4.13). kültür ilavesiz üretilen peynirlerde olgunlaşma süresince belirlenen SÇA miktarları düşük bulunurken, ticari ve EPS üreten kültürlerle üretilen peynirlerde birbirlerine yakın oranlarda artış belirlenmiştir. Suda çözünen azot miktarı 90 günlük olgunlaşma süresinin sonunda C1 grubunda ($p>0,05$) ve C2 grubunda ($p<0,05$) başlangıca göre üç katın üzerinde bir değere ulaşması dikkat çekici bulunmuştur.



Şekil 4.13. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki suda çözünen azot miktarları (%)

Karaca (2007), peynir örneklerinin 90 günlük olgunlaşma süresince suda çözünen azot miktarlarının arttığını tespit etmiştir. Ayrıca, Öner vd (2006) de geleneksel Beyaz peynirde depolama süresince (105 günlük) peynirlerin SÇA miktarlarının %0,21'den %0,36'ya ulaştığını belirlemişlerdir. Hayaloğlu (2007) depolama boyunca SÇA miktarında starter kültür tipine göre farklı oranlarda artış olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmamızda elde edilen değerler önceki araştırmalarla benzerlik göstermektedir.

Peynirlerin olgunlaşma derecelerini saptamak amacıyla olgunlaşma indeksleri hesaplanmaktadır. Suda çözünen azotlu maddelere göre olgunlaşma indeksi (Oİ), SÇA miktarının, toplam azot miktarına oranı olarak ifade edilmektedir (Metin 2010). Bu çalışmada, SÇA'ya göre Oİ değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki SÇA'ya göre Oİ (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	2,29 ^a ±0,00	2,98 ^a ±0,00	3,70 ^a ±0,25	5,98 ^a ±0,34	6,88 ^a ±0,22	ns
	B1	4,66 ^{ca} ±0,01	8,15 ^{cdB} ±0,25	9,79 ^{cB} ±0,16	11,5 ^{bbC} ±0,05	13,36 ^{ac} ±0,05	p<0,05
	C1	6,76 ^d ±0,49	12,20 ^e ±0,04	14,95 ^d ±0,40	17,47 ^c ±0,41	23,69 ^b ±8,71	ns
	D1	3,59 ^b ±0,24	6,49 ^b ±0,23	6,87 ^b ±0,26	7,63 ^a ±0,00	8,91 ^a ±0,29	ns
Yağlı	A2	3,17 ^{ba} ±0,30	4,90 ^{ba} ±0,33	5,15 ^{aA} ±0,56	7,39 ^{aAB} ±0,03	9,68 ^{aB} ±0,30	p<0,05
	B2	7,46 ^d ±0,33	13,45 ^e ±1,88	20,77 ^e ±1,87	21,78 ^e ±1,04	22,36 ^b ±0,21	ns
	C2	4,53 ^{ca} ±0,01	7,62 ^{cB} ±0,00	18,22 ^{ec} ±0,7	17,46 ^{cc} ±0,42	18,20 ^{bc} ±0,54	p<0,05
	D2	8,89 ^e ±0,16	9,89 ^d ±0,29	9,09 ^c ±0,67	16,03 ^{bc} ±6,17	12,18 ^a ±0,00	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

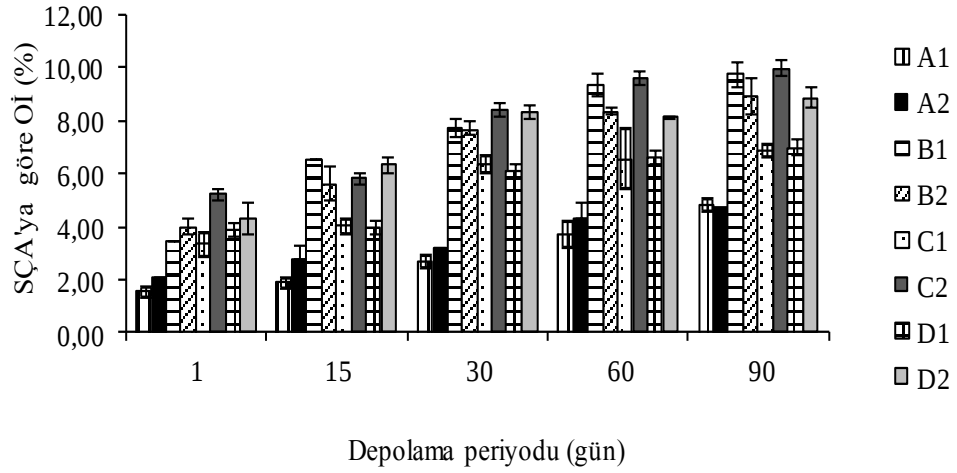
^{a, b, c,} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C,} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Olgunlaşmanın birinci gününde SÇA'ya göre Oİ değerleri, yağsız peynirler için %2,29 ile 6,76 ve yağlı peynirler için %3,17 ile 8,89 arasında değişim göstermiştir ($p<0,01$). Olgunlaşma süresince Oİ değerleri tüm gruplarda yükselmiş ve 90. günde bu oran yağsız peynirler için %6,88 ile 23,69, yağlı peynirlerde ise %9,68 ile 22,36 arasında bulunmuştur (Şekil 4.14). Grupların kendi içlerinde SÇA'ya göre Oİ verileri değerlendirildiğinde, bu süreçte B1, A2 ve C2 gruplarında elde edilen değerler anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Genel olarak, kültür ilavesiz şekilde üretilen peynirler düşük olgunlaşma indeksi sergilerken, ticari ve EPS üreten kültürlerle yapılan örneklerde olgunlaşma indeksi depolama süresince daha yüksek bulunmuştur ($p<0,01$).



Şekil 4.14. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki SÇA'ya göre Oİ (%)

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar; Hayaloğlu vd (2002) tarafından Türkiye'de üretilen peynir çeşitlerinde Oİ değerlerinin %3.00-25.52 arasında değiştiği yönündeki sonuçları desteklemektedir. Mehenktaş (2006), ticari ve EPS üreten kültürlerle yaptığı Beyaz peynir örneklerinde suda çözünen azotlu maddelere göre olgunlaşma indeksi değerlerinin olgunlaşma süresince artış gösterdiğini belirlemiştir.

4.3.3.k. Triklorasetik asitte (TCA) (%12'lik) çözünen azot miktarı ve TCA'da çözünen azot miktarına göre olgunlaşma indeksi

%12'lik TCA'da çözünen azot, proteoliz süresince meydana gelen orta küçük peptidler, amino asitler ve aminler ile üre, amonyak gibi daha küçük azotlu bileşikler hakkında bilgi vermektedir (Metin 2010). Bu çalışmada, olgunlaşma süresince tüm peynir gruplarında belirlenen %12'lik TCA'da çözünen azot miktarları (TÇA) (%), Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarları (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(De polama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	0,058 ^a ±0,010	0,073 ^a ±0,006	0,091 ^a ±0,004	0,112 ^a ±0,012	0,145 ^b ±0,008	ns
	B1	0,125 ^b ±0,006	0,237 ^c ±0,003	0,250 ^d ±0,005	0,258 ^d ±0,008	0,277 ^e ±0,009	ns
	C1	0,105 ^b ±0,016	0,122 ^b ±0,006	0,172 ^{bc} ±0,010	0,171 ^c ±0,030	0,186 ^{cd} ±0,006	ns
	D1	0,121 ^b ±0,010	0,118 ^b ±0,002	0,167 ^{bc} ±0,008	0,175 ^c ±0,008	0,187 ^d ±0,006	ns
Yağlı	A2	0,058 ^a ±0,013	0,064 ^a ±0,006	0,067 ^a ±0,005	0,094 ^a ±0,006	0,104 ^a ±0,008	ns
	B2	0,102 ^b ±0,007	0,136 ^b ±0,010	0,148 ^b ±0,006	0,163 ^{bc} ±0,006	0,173 ^c ±0,010	ns
	C2	0,121 ^b ±0,004	0,132 ^b ±0,001	0,178 ^c ±0,011	0,196 ^c ±0,015	0,203 ^d ±0,004	ns
	D2	0,097 ^b ±0,015	0,131 ^b ±0,008	0,165 ^{bc} ±0,006	0,164 ^b ±0,014	0,177 ^d ±0,006	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c}, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

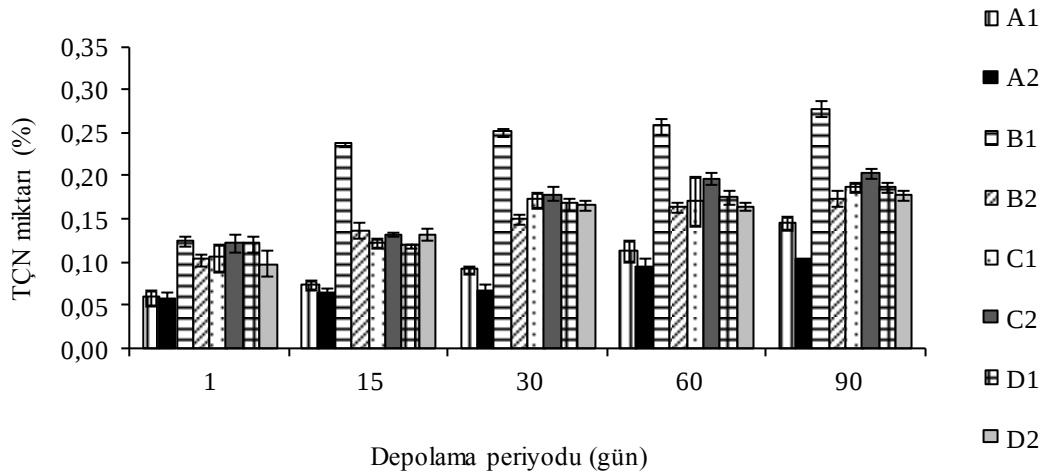
Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Olgunlaşmanın 1. gününde TÇA miktarı, yağsız örneklerde %0,058 ile 0,125 ve yağlı peynirlerde %0,058 ile 0,121 arasında değişim göstermiştir ($p>0,05$) (Şekil 4.15). Depolama süresince tüm örneklerde TÇA miktarları yükselmiş ve 90. günde oranlar yağsız peynirlerde %0,145 ile 0,277 ve yağlı peynirlerde %0,104 ile 0,203 olarak tespit edilmiştir.

TÇA miktarı, kültürlü ve kültür ilavesiz üretilen peynir grupları bakımından karşılaştırıldığında; yağlı veya yağsız sütlerin kullanıldığı gruplarda, kültür ilavesiz üretilen peynirlerde tüm olgunlaşma süresince, kültürlü gruplara göre önemli düzeyde düşük seyretmiştir ($p<0,01$). Bunun nedeni olarak, kültür ilavesiz şekilde üretilen peynirlerde artan TÇA miktarları üzerinde, sütte doğal olarak bulunan proteolitik enzim olan plasminin etkisidir. Bu enzim ısıl işleminden kolayca etkilenmediği için olgunlaşma süresince proteinleri parçalayarak TÇA miktarını artırmaktadır (Kılıç ve Vapur 2003). Ayrıca kültürlü üretilen peynirlerde bu oranın daha yüksek olmasının nedeninin kültür

kullanımından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı kültürlerin yağlı veya yağsız süttten elde edilen peynirlerde benzer şekilde farklılık sergilediği görülmüştür.

Tuncel vd (2010), Ezine peynirinde olgunlaşma boyunca proteoliz oluşumunu inceledikleri çalışmada, örneklerde olgunlaşma boyunca TÇA miktarlarının arttığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde; Moatso *et al.* (2002), Feta peynirinde olgunlaşma süresince meydana gelen kimyasal değişimleri inceledikleri çalışmada, TÇA miktarının depolama süresince arttığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, Hayaloğlu (2003) tarafından da TÇA miktarının depolama süresince arttığı bildirilmiştir. Elde edilen veriler literatürle paralellik göstermektedir.



Şekil 4.15 Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarları (%)

TÇA'ya göre Oİ, TÇA miktarının, toplam azot miktarına oranı olarak ifade edilmektedir (Metin 2010). Bu çalışmada olgunlaşma süresince belirlenen TÇA'ya göre Oİ oranları Çizelge 4.18'de özetlenmiştir.

Birinci günde Oİ değerleri, yağsız peynirlerde %1,57 ile 3,93 ve yağlı peynirlerde %2,11 ile 5,21 arasında belirlenmiştir ($p<0,01$) (Şekil 4.16). Depolama süresince tüm gruplarda TÇA'ya göre Oİ yükselmeye devam etmiş ve depolamanın sonunda bu oranlar yağsız peynirlerde %4,87 ile 9,80 ve yağlı peynirlerde %4,72 ile 9,97 düzeyine

ulaşmıştır. Tüm gruplar içerisinde sadece B1 grubunda, günlere göre meydana gelen bu artış istatistiki olarak anlamlı iken ($p<0,05$), diğer gruplarda sayısal olarak artış şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Olgunlaşma süresince peynir örneklerindeki TÇA miktarına göre Oİ (%)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	1,57 ^a ±0,21	1,93 ^a ±0,21	2,73 ^a ±0,25	3,76 ^a ±0,55	4,87 ^a ±0,23	ns
	B1	3,49 ^{ba} ±0,01	6,57 ^{cb} ±0,04	7,74 ^{cb} ±0,34	9,39 ^{cb} ±0,43	9,80 ^{cb} ±0,47	p<0,05
	C1	3,38 ^b ±0,48	4,07 ^b ±0,33	6,40 ^b ±0,33	6,60 ^b ±1,15	6,89 ^b ±0,26	ns
	D1	3,93 ^c ±0,24	4,04 ^b ±0,24	6,12 ^b ±0,26	6,67 ^b ±0,28	7,01 ^b ±0,29	ns
Yağlı	A2	2,11 ^a ±0,60	2,80 ^a ±0,00	3,19 ^a ±0,48	4,29 ^a ±0,01	4,72 ^a ±0,65	ns
	B2	4,04 ^c ±0,29	5,63 ^c ±0,63	7,72 ^c ±0,23	8,33 ^c ±0,13	8,94 ^c ±0,68	ns
	C2	5,21 ^d ±0,30	5,81 ^c ±0,01	8,39 ^c ±0,31	9,61 ^c ±0,69	9,97 ^c ±0,11	ns
	D2	4,31 ^c ±0,59	6,34 ^c ±0,31	8,31 ^c ±0,28	8,14 ^c ±0,03	8,87 ^c ±0,36	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

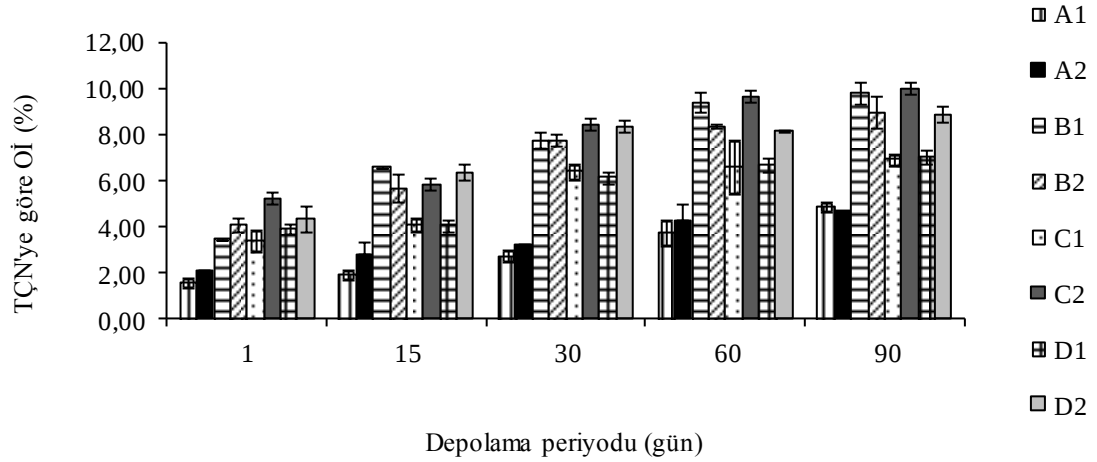
A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Olgunlaşma süresinin sonunda peynir grupları içerisinde en yüksek olgunlaşma indeksini %9,97 ile C2 örneği, en düşük olgunlaşma indeksini %4,72 ile A2 örneği sergilemiştir. Kültür ilave edilmeden üretilen, negatif kontrol grubu peynir örnekleri düşük Oİ oranları sergilerken, ticari ve EPS üreten kültürlerle yapılan örneklerde TÇA'ya göre Oİ oranları depolama süresince daha yüksek oranda belirlenmiştir ($p<0,01$).

Bulunan sonuçlar Guldfeldht *et al.* (2001), Topçu ve Saldamlı (2006) ve Vapur (2010), tarafından elde edilen verilere benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.16. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TÇA miktarına göre Oİ (%)

4.3.4. Peynir örneklerine ait uçucu bileşikler

Süt ürünlerinin ve özellikle peynirin aroması birçok faktöre göre (sütün bileşimi, türü, starter kültür, olgunlaşma süresi ve şartları vb) değişkenlik gösterir. Peynir, biyolojik olarak dinamik bir ürün olduğu için üretimden itibaren olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde peynirin uçucu aroma bileşiklerinin miktar ve çeşidi de farklılık gösterir. Peynirin farklı aroma içeriği duysal nitelikleri etkilemekte, dolayısıyla da tüketici tercihleri bakımından önemli bir parametre olmaktadır.

Peynirin olgunlaşma süreci birbiri ile ilişkili pek çok karmaşık olayı kapsamaktadır (Ertekin vd 2009). Peynirin üretimi ve depolanması sırasında süt bileşenlerinden, protein, yağ, laktoz ve sitratın enzimatik, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak parçalanması ve/veya transformasyonu ile peynirde lezzet bileşenleri oluşmaktadır (Hayaloğlu ve Özer 2011). Oluşan lezzet bileşenlerinin her birinin aromaya farklı katkısı vardır (Fox and McSweeney 1995; Çakmakçı 1996; Hayaloğlu 2007). Ancak peynirin duysal olarak değerlendirilmesi sırasında bu aroma bileşenlerinin katkısı tek tek fark edilememekte, çok sayıda uçucu bileşiğin dengeli bir biçimde bulunuşu, aroma olarak algılanmaktadır (Lyne 1995; Hayaloğlu ve Özer 2011).

Gaz kromatografisinin (GC) kütle spektroskopisi (MS) ile kombine olarak kullanılması ile aroma oluşumundan sorumlu olan uçucu bileşiklerin ayrıntılı ve hassas bir şekilde analiz edilmesi mümkün olabilmektedir (Molimard and Spinnler 1997; Altun ve Orak 2002). Bu çalışmada da GC-MS tekniği ile peynirde aroma bileşenlerinin tespiti yapılmıştır. Bu teknikte; standart aroma bileşikleri kullanılmadan yapılan tahmini tanımlamada, alıkonma zamanı, indeks kütüphanesinden yararlanılmakta ve bileşiğin kütle spektrumuna en yakın spektrumlar içerisinde bileşik tahmini yapılmaktadır (Gürbüz vd 2006).

Bu çalışmada 7 asit, 2 ester, 10 aldehit, 14 keton, 11 terpen, 14 alkol, 2 sülfürlü bileşik ve 17diğer bileşikler olmak üzere toplam 77 aroma bileşiği tespit edilmiştir. GS-MS sonuçlarına göre peynirin olgunlaşması süresince belirlenen uçucu bileşikler alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.3.4.a. Asitler

Yağ asitleri, trigliseridlerin lipaz ya da esteraz aktivitesi sonucu oluşmakta ve aromaya direkt katkılarından başka ester, metil keton, alkol ve laktonların oluşumunda öncü rol oynamaktadırlar (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Bu çalışmada, üretilen peynir örneklerinde 7 çeşit asit bileşiği belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Bütirik asit ve valerik asit, tüm peynir örneklerinde depolamanın 30., 60. ve 90. günlerinde değişik oranlarda tespit edilmiş ve depolama süresince miktar olarak düzensiz değişimler gösterdiği gözlemlenmiştir. Fermente ürünlerde bütirik asitin belli bir düzeyin üzerinde olmasının tat bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir (Öztek 1985; Gündoğdu 2012). Ancak bu çalışmada tespit edilen bütirik asit miktarlarının duyuusal analizlerde tat kusuru şeklinde bir algıya neden olmadığı görülmüştür. Peynirin olgunlaşması sırasında üründe genellikle yüksek oranlarda bulunduğu bildirilen bütirik asit (Hayaloğlu ve Özer 2011), bu çalışmada yalnızca A1 örneğinde 60. gün ve C2 örneğinde 90. günde tespit edilmiştir.

Peynirle sirke aroması veren asetik asit salamura peynirlerde sıkça ve yüksek konsantrasyonlarda rastlanılan bir aroma bileşimidir. Bu çalışmada da asetik asit A1 örneğinde depolamanın 60. ve 90. günlerinde, D1 örneğinde 1. günde, B2 ve A2 örneklerinde ise sırasıyla 60. ve 90. günlerde belirlenmiştir. EPS üreten kültürle yapılan peynir örneklerinde (D1 örneği hariç) asetik asit tespit edilmemiştir. Bunu destekler nitelikte, Salazar *et al.* (2009) EPS üreten suşların fermente sütlerde duyu özellikleri etkileyecek düzeyde asetik asit üretmediklerini bildirmişlerdir. Bunun dışında EPS üreten kültürlerle üretilen peynir örnekleri ile diğer peynir tipleri karşılaştırıldığında asetik asit içerikleri bakımından herhangi bir farklılık görülmemiştir. Tosun (2009), Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince değişik çeşit ve oranda yağ asidi belirlemiştir. Yapılan farklı çalışmalarda Terrego *et al.* (2008) ve Delgado *et al.* (2011) değişik peynir çeşitlerinde farklı çeşit ve oranda yağ asidi tespit etmişlerdir. Hayaloğlu *et al.* (2007), Tulum peynirlerde 11, Hayaloğlu *et al.* (2008) küflü peynirlerde 12, Çakmakçı *et al.* (2012) küflü Civil peynirlerde 6 farklı asit bileşiği belirlemiştir.

Çizelge 4.19. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen asit bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
2-Propenoik Asit	1.	0,54±0,01	-	1,84±0,61	-	-	-	-	0,38±0,03
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Asetik Asit	1.	-	-	-	0,53± 0,45	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	1,13±0,37	-	-	0,24±0,07	1,17± 0,87	-	-
	90.	0,26± 0,55	1,60±0,63	-	-	0,20± 0,00	-	-	-
Bütirik Asit	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	0,25± 0,01	-	0,85±0,36	-	0,44± 0,01	1,03± 0,18	-	0,54± 0,06
	60.	3,70±0,58	-	1,85± 0,00	3,82± 1,54	3,64±0,87	2,84± 0,00	3,84± 0,04	2,62± 1,93
	90.	1,92± 0,13	-	2,99 ± 0,00	1,04± 0,01	5,56± 0,82	2,94±0,06	2,71± 0,00	3,08± 0,05
Dodekanoik Asit	1.	1,93± 0,14	-	-	-	-	-	-	1,03± 0,01
	30.	-	-	2,46± 0,00	-	1,84± 0,07	-	4,16± 0,56	2,28± 1,09
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Nonanoik Asit	1.	1,42± 0,07	-	-	1,26± 0,75	-	-	-	-
	30.	-	-	-	3,44± 1,13	1,96± 0,00	1,86± 0,81	1,19± 0,09	1,34± 0,04
	60.	-	-	-	1,59± 0,06	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	2,51± 1,53

Çizelge 4.19. (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Valerik Asit	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	2,50± 0,00	2,77± 2,31	1,38± 0,04	-	1,93± 0,09	1,74± 0,00	-	1,18± 0,75
	60.	1,97± 0,08	3,99± 1,97	-	4,58± 0,41	4,24± 1,69	1,67± 0,20	3,12± 0,54	1,67± 0,01
	90.	-	1,66± 0,00	2,83± 1,06	1,05± 0,07	8,41± 2,11	-	1,45± 0,23	-
Decanoik Asit	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	2,46± 1,05	-	-
	60.	-	-	-	0,36± 0,11	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam asitler		17,009	8,430	14,257	17,701	28,524	14,333	19,282	16,705

(-): Belirlenemedi

4.3.4.b. Esterler

Esterler süt ve süt ürünlerinde yaygın olarak bulunan uçucu bileşiklerdir. Değişik konsantrasyonlarda, peynirde meyvemsi ve ieğimsi aromaya neden olurlar. Oluşturdukları bu aroma; düşük konsantrasyonlarda bazı yağ asitlerinin peynirde oluşturduğu acı tadı azaltıcı etki gösterirken, yüksek konsantrasyonlarda meyvemsi tat kusuruna neden olmaktadır (Delgado *et al.* 2011; Hayaloğlu ve zer 2011). Esterler diğer uçucu bileşiklere göre daha kompleks tepkimelerle oluşan bileşiklerdir. Peynirde ester oluşumu esterifikasyon ve alkolizis olarak iki tepkimeyle gerçekleşmektedir. Alkol ve karboksilik asitlerden ester oluşumu esterifikasyon, yağ asidi, amino asit ve/veya karbonhidrat metabolizması sonucu ortaya çıkan yağ açıl CoA ile alkollerden ester oluşumu ise alkolizis olarak tanımlanmaktadır (Gündoğdu 2012). Peynirde esterlerin gelişimi ortamın su aktivitesine, mikrobiyal gelişime ve alkol sentezine göre değişmektedir (Hayaloğlu ve zer 2011).

Bu çalışmada, peynir örneklerinde depolama süresince tespit edilen ester bileşikleri izelge 4.20’de verilmiştir. Tüm peynir örneklerinde etil asetat ve sabinil asetat ester bileşikleri belirlenmiştir. Etil asetat bütün peynir gruplarında birinci gün yüksek oranda olmak üzere depolama boyunca saptanmış, D1 rneği hariç diğer tüm örneklerde depolama süresince oransal olarak düşüş göstermiştir. İlave edilen kültür farklılıkları bakımından peynir örnekleri incelendiğinde, peynirlerde ester bileşikleri dağılımının benzer olduğu ve depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiği tespit edilmiştir. Etil asetat, hem ticari hem de EPS üreten kültürlü peynirlerde belirlenmiş, ancak C2 ve D2 örneklerinde, kültür ilavesiz ve ticari kültürlü olarak üretilen A1, B1, A2 ve B2 peynirlerine göre depolamanın birinci gününde daha düşük oranda bulunmuştur. Ayrıca sabinil asetat olgunlaşma boyunca yalnızca yağlı süt ve EPS üreten kültürle üretilen C2 ve D2 örneklerinde tespit edilmiştir.

Delgado *et al.* (2011), keçi peynirinin 90 günlük olgunlaşma periyodu süresince aroma bileşenlerini belirledikleri çalışmada 14 farklı ester bileşiği belirlemişler ve depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir. Yabancı tip peynirlerin

araştırıldığı bazı araştırmalarda da aroma bileşiği olarak farklı çeşit ve oranlarda ester bileşiği sıklıkla tespit edilmiştir (Curioni and Bosset 2002).Hayaloğlu *et al.* (2007) tulum peynirinde 16, akmakı *et al.* (2012) küflü Civil peynirlerde 28 farklı ester belirlemişlerdir.

Çizelge 4.20. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ester bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Ethyl acetate	1.	9,51± 2,87	6,67± 1,76	3,49± 0,74	1,45± 0,00	26,07± 1,32	9,68± 1,89	2,81± 0,22	1,33± 0,26
	30.	6,07± 1,32	2,14± 0,75	2,02± 0,79	-	16,94± 2,59	1,31± 0,00	-	-
	60.	6,06± 1,77	3,28± 0,14	2,17± 0,00	2,67± 0,17	2,23± 0,94	2,93±0,16	2,63± 0,09	2,43± 1,03
	90.	4,83± 1,79	4,33± 1,13	2,06± 0,74	4,95± 0,14	1,96± 1,26	1,94± 0,06	1,93± 0,10	1,90± 0,11
Sabinyl acetate	1.	-	-	-	-	-	-	2,11± 0,22	1,15± 0,43
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam esterler		26,495	17,574	9,769	10,478	47,238	14,565	9,499	6,828

(-): Belirlenemedi

4.3.4.c. Aldehitler

Aldehitler, amino asit katabolizması sırasında oluşan geçici bileşikler olup, peynire turunçgil, yeşil ot ve malt kokusu verirler (Hayaloğlu ve Özer 2011). Aldehitler ortaya çıkmalarından kısa bir süre sonra alkol ve asitlere dönüşmektedirler.

Çizelge 4.21’de yağlı ve yağsız sütle elde edilen peynir örneklerinde belirlenen aldehit bileşikler verilmiştir. Çalışmada, başta hekzanal, heptanal, 3-Metil-bütanal, kumin aldehit, nonanal ve dekanal olmak üzere 10 farklı aldehit bileşiği tespit edilmiştir.

Peynirde çimen aromasına neden olan ve doymamış yağ asitlerinin β oksidasyonu ile oluşan hekzanal, yağlı ve yağsız peynirlerde depolama süresinin değişik dönemlerinde farklı oranlarda belirlenmiştir. A1 örneğinde olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde, A2 ve D2 örneklerinde 60. günde, B1 ve C1 örneklerinde 60. ve 90. günlerde, B2, C2 ve D1 örneklerinde 1., 60. ve 90. günlerde hekzanal tespit edilmiştir. Hekzanalın depolama süresince tüm örneklerde oransal olarak düştüğü görülürken, EPS üreten starter kültürlerin hekzanal oluşumunda bir farklılık meydana getirmediği görülmüştür. Tosun (2009), Beyaz peynirin aroma içeriği üzerine starter kültür ve olgunlaşmanın etkisini araştırdığı çalışmada peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca hekzanalı tespit edilememiştir. Aynı şekilde Delgado *et al.* (2011) de değişik tip peynirlerde sadece iki tip aldehit (3-metil-bütanal ve 2-4 hekzadienal) tespit edebildiklerini bunun sebebi olarak da aldehitlerin geçici bir süre oluştuklarını kısa sürede asit ve alkollere dönüşümünü göstermişlerdir. Bu çalışmada da hekzanal depolama periyodunun her döneminde tespit edilememiş ve oransal olarak düşük düzeyde kalmıştır. Ortaya çıkan bu sonuç yukarıda belirtilen çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Treonin aminoasidinin fermentasyonu ya da laktat fermentasyonu sırasında meydana gelen ve peynire çimenimsi koku veren asetaldehit (Hayaloğlu ve Özer 2011), peynir örnekleri içerisinde yalnızca D1 örneğinde birinci günde tespit edilmiştir. Peynir malt ve çimenimsi koku veren 3-metil bütanal B1, ve D1 örneklerinde depolamanın 60. gününde, C1 örneğinde ise 90. günde tespit edilmiştir, Peynir örneklerinde kumin

aldehit, A2 örneği hariç diğer tüm peynirlerde depolama süresinin 1., 30, ve 60. günlerinde düşük oranlarda, nonanal, B1ve A2 örnekleri hariç diğer peynirlerde, 1. ve 30. günlerde, dekanal C2 ve D1 örneklerinde ve 3-metil bütiraldehit yalnızca D1 örneğinde tespit edilmiştir. Bunun dışında benzaldehit (B1ve D2 örneklerinde), pentanal (B2 ve C2 örneklerinde) ve 2-metil propanal (B2 örneğinde) belirlenen diğer aldehit bileşikleri olmuşlardır.

Genel olarak, EPS üreten kültürle yapılan peynirlerle diğer peynir örnekleri aldehit bileşikleri bakımından çeşit ve depolama süresi bakımından karşılaştırıldığında peynir bir farklılık olmadığı görölmektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aldehit bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Hexenal	1.	0,67±0,03	-	-	0,16±0,00	-	0,81±0,21	0,66±0,00	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	0,87± 0,00	0,46± 0,08	0,38±0,04	0.50± 0,16	0.75± 0,00	0,76± 0,04	1,06±0,17
	90.	1,16±0,08	0,71± 0,22	0,30± 0,00	0,89± 0,00	-	0.30± 0,21	0,25±0,00	
Heptanal	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	6,20± 1,11	-	-	-	-	4,03± 0,28	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzaldehyde	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	2,16± 0,51
	60.	-	2.51± 0,31	-	-	-	-	-	0,62± 0,10
	90.	-	0,85± 0,00	-	-	-	-	-	-
Bütanal, 3-methyl	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	4.73± 0,82	-	1,56±0,88	-	-	-	-
	90.	-	-	2,06±0,54	-	-	-	-	-
Cumin aldehit	1.	0.28± 0,09	0,34± 0,00	0,35± 0,17	0,97± 0,24	-	-	0,22± 0,04	0,40± 0,00
	30.	-	0,06± 0,00	0,07± 0,01	0,07± 0,00	-	-	-	0,18± 0,02
	60.	0.08± 0,00	0,14± 0,06	0,07± 0,06	0,17± 0,00	-	0,22± 0,14	0,20± 0,03	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Nonanal	1.	0.91± 0,02	-	0,70± 0,00	1,09± 0,75	-	-	0,66± 0,23	0,54± 0,00
	30.	-	-	1,52± 0,12	1,20± 0,87	-	0.72± 0,25	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.21. (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Pentanal	1.	-	-	-	-	-	4,69± 0,74	1,94± 0,54	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Decanal	1.	-	-	-	0,89± 0,30	-	-	0,18± 0,00	-
	30.	-	-	-	0,78± 0,32	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
3-Methylbutyraldehyde	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	1,86± 0,05	-	-	-	-
	90.	-	-	-	2,68± 0,23	-	-	-	-
Acetaldehyde	1.	-	-	-	1,25± 0,14	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam aldehitler		9,308	10,210	5,53	14,016	0,00	9,77	4,901	4,992

(-):Belirlenemedi

4.3.4.d. Ketonlar

Ketonlar süt ve süt ürünlerinde serbest yağ asidi katabolizması sonucu ortaya çıkarlar. Ketonlar çoğunlukla tek karbonlu metil ketonlar veya diketonlar şeklinde oluşurlar. Metil ketonlar, serbest yağ asitlerinin fungal veya bakteriyal (*Lactococcus lactis*) enzimlerle β ketoasitlere ve daha sonra da β ketoasitlerin dekarboksilasyonu ile oluşurlar (McSweeney and Sousa 2000; Hayaloğlu ve Özer 2011). Metil ketonlar daha çok mavi küflü ve yüzeyden olgunlaşan peynir tiplerinde görülmektedir. Peynirde küfümsü, çiçeğimsi, tereyağımsı ve odunsu kokularıyla karakterize edilirler.

Çizelge 4.22’de deneme peynirlerde belirlenen keton bileşikleri verilmiştir. Çalışmada başta 2-pentanon, 2-heptanon, 2-undekanon, 8-nonen-2-one, 2-oktanon 2, dekanon ve 2-nonanon olmak üzere toplam 14 keton bileşiği tespit edilmiştir. Keton bileşikleri, çalışmada tespit edilen uçucu bileşikler arasında en büyük grubu oluşturmuştur.

Keton bileşiklerinden aseton, B1, B2 ve D2 örnekleri hariç diğer peynirlerde olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde değişik oranlarda belirlenmiştir. Depolama süresince aseton oranları düzensiz değişimler göstermekle beraber A1 ve C2 örneklerinde düşüş, D1 ve A2 örneklerinde artış göstermiştir.

2-pentanon depolama süresince 1. gün hariç tüm peynir örneklerinde belirlenen tek keton bileşiği olmuş ve olgunlaşma boyunca oransal olarak artış göstermiştir. Bunun dışında 2-heptanon ve 2-nonanon A1 ve D1 örnekleri haricinde diğer tüm peynirlerde belirlenmiş ve olgunlaşma boyunca düzensiz değişimler göstermiştir.

Çalışmada, tespit edilen keton bileşikleri arasında yer alan nonanon yalnızca A1 örneğinde tüm depolama süresince belirlenmiş, undekanon A2 örneğinde 90. ve D2 örneğinde 30. günde, 2,3- bütandion ise C1 ve B2 örneklerinde depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Delgado *et al.* (2011), Keçi peynirinde olgunlaşma boyunca 6 farklı tip keton bileşiği belirlemişlerdir. Belirledikleri keton bileşikleri arasında 2-heptanon ve 2-nonanon en yüksek oranda bulunurken bunu 2-pentanon takip etmiştir. Keton bileşiklerinin depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiğini, ancak birinci güne göre 2-heptanon ve 2-pentanonun oransal olarak düşüş, 2-nonanonun ise yükseliş gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Tosun (2009)'da farklı starter kültürlerle ürettiği peynir örneklerinde peynir tipine bağlı olarak keton bileşiklerinin depolama boyunca çeşit ve miktar olarak değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Hayaloğlu *et al.* (2007) Tulum peynirlerinde ve Çakmakçı *et al.* (2012)'de Küflü Civil peynirlerde 12 farklı keton bileşiği tespit etmişlerdir

Çizelge 4.22. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen keton bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
2-Butanone, 3-hydroxy	1.			1,91± 0,05					
	30.								
	60.							1,26± 0,17	1,73± 0,16
	90.	1,68± 0,97	2,40± 0,00		1,17± 0,00			3,42± 1,74	
3,3-Dimethyl-4-methylamino-butan-2-one	1.								
	30.								
	60.								
	90.	3,66± 1,01							
Aseton	1.								
	30.								
	60.	8,11± 1,87			5,27± 1,65	2,47± 0,19		4,00± 1,43	
	90.	4,89± 1,20		3,83± 0,17	7,94± 1,89	2,92± 0,09		3,54± 0,76	
Nonanon	1.	1,15± 0,05							
	30.	33,26± 4,21							
	60.	15,16± 2,63							
	90.	5,18± 1,09							

Çizelge 4.22 (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Octanon (2-)	1.								
	30.	1,34± 0,00		1,83± 0,87	1,05± 0,34			1,80± 0,17	2,09± 0,53
	60.	1,22± 0,00	1,17± 0,34	1,05± 0,04	1,08± 0,72				
	90.						3,20± 0,51		1,14± 0,94
Undecanone (2-)	1.								
	30.	1,75± 0,35	4,15± 1,54	1,61± 0,67	4,64± 2,75	1,48± 1,00	1,06± 0,43		
	60.		0,32± 0,00	0,62± 0,12			0,39± 0,06		0,21± 0,01
	90.		0,13± 0,02	0,42± 0,10			0,11± 0,07		0,49± 0,00
2-Pentanone	1.								
	30.	2,45± 0,65	2,51± 0,96	2,66± 0,22	1,34± 0,45	3,45± 0,33	2,87± 0,87	2,23± 0,05	2,06± 0, 00
	60.	4,64± 1,03	3,77± 0,23	9,05± 2,72	5,03± 0,51	3,46± 0,81	4,93± 0,41	3,27± 0,73	8,96± 1,75
	90.	5,00± 0,00	9,23± 1,54	15,03± 2,71	8,98± 2,34	3,84± 1,11	17,56± 7,32	15,89± 2,89	6,93± 1,26
8-Nonen-2-one (cas)	1.						4,21± 1,92		
	30.		8,18± 0,24	5,59± 0,76	2,82± 0,52	5,87± 0,90		6,28± 1,49	5,95± 1,21
	60.	2,15± 0,97	2,31± 0,51				2,08± 0,23	5,21± 1,09	
	90.	1,21± 0,55			1,29± 0,11			5,54± 0,48	
Heptanone (2-)	1.					0,72± 0,00	1,82± 0,17	1,87± 0,28	
	30.		22,36± 4,16	28,22± 2,78		25,17± 5,65	25,95± 1,43	56,31± 5,12	16,92± 1,96
	60.		19,82± 2,73	25,61± 2,65		20,70± 7,92	21,15± 2,36	12,61± 1,12	21,47± 4,78
	90.		26,07± 1,56	25,91± 4,42		41,12± 4,75	33,41± 8,34	27,56± 1,61	18,65± 2,99

Çizelge 4.22 (devam)

	Yağsız Peynirler				Yağlı Peynirler				
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Undecanone	1.								
	30.								3,31± 0,14
	60.								
	90.					1,12± 0,26			
2-Propanone (cas)	1.								
	30.								
	60.		5,09± 2,10	3,05± 0,46			4,12± 0,13		3,09± 0,11
	90.		6,50± 0,45				2,39± 0,32		2,23± 0,00
Decanone (2-)	1.								
	30.		0,34± 0,04	0,15± 0,00		0,11± 0,26			0,42± 0,32
	60.								
	90.					0,10± 0,23			
Nonanone (2-)	1.			0,39± 0,04		2,86± 0,96	0,74± 0,05	1,25± 0,23	0,49± 0,00
	30.		36,70± 5,76	22,68± 1,39		22,25± 7,43	19,84± 4,65		29,53± 9,76
	60.		11,78± 2,54	14,83± 4,63		5,79± 2,93	11,12± 1,87	9,83± 3,76	7,41± 1,54
	90.		6,93± 2,06	12,44± 0,00			7,57± 1,76	7,98± 1,33	11,79± 4,12
2,3-Butanedione	1.			1,31± 2,51			3,71± 1,72		
	30.								
	60.								
	90.								
Toplam ketonlar		93,148	169,881	178,280	40,675	143,521	168,315	169,941	144,967

(-): Belirlenemedi

4.3.4.e. Terpenler

Terpenler, diğ er uçucu bileşikler gibi olgunlaşma s uresince enzimatik ve kimyasal tepkimelerle ortaya çıkan bileşikler değildir. Yaygın olarak baharat, turunçgil ve otlarda bulunan, hayvanın beslenme şekline ve rasyona göre süte ve sütten de ürüne geçen bitki kaynaklı uçucu aroma bile ikleridir (Curioni and Bosset 2002; Hayaloğlu ve  zer 2011; Gündoğdu 2012).

Peynir örneklerinde belirlenen terpen bileşikleri  izelge 4.23'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, peynir örneklerinde toplam 11 terpen bileşiği tespit edilmiştir. Cymene (B2 hariç), limonen ve myrcene tüm peynir örneklerinde 1. günde diğ er terpen bileşiklerine göre daha yüksek oranda belirlenmiştir. Depolama boyunca tüm terpen bileşiklerinin oranları hızla d  m   ve 30, 60 ve 90. günlerde carene ve myrcene belirlenememiştir. Çizelge 4.23'den de görüldüğü gibi terpinen (gamma), tüm peynir tiplerinde 1. günde yüksek oranda belirlenen bir diğ er terpen bileşiği olmuştur. Ancak bu bileşik de depolamanın ilerleyen dönemlerinde hızla d     göstermiş 90. günde yalnızca A1  rneğinde düşük oranda tespit edilmiştir. Gündoğdu (2012), farklı kültürlerle üretilen tereyağlarının aroma bileşiklerini belirlediği çalışmada, değişik tipte (α thujen, β pinen, limonen) terpen bileşikleri tespit ettiğini ve bu bileşiklerin hayvanın beslenme şekline bağlı olarak tereyağında bulunduğunu bildirmiştir.

Hayaloğlu ve  zer (2011), Türk peynirlerinde terpen bileşikleri arasında en sık ve en yüksek konsantrasyonda görülen bileşiğin limonen olduğunu bildirmektedirler. Bu çalışmada da limonen'in, o-cymene'den sonra en yüksek konsantrasyonda belirlenen terpen olduğu tespit edilmiştir. Hayaloğlu *et al.* (2007) Tulum peynirlerinde 6,  akmak ı *et al.* (2012)'de Küflü Civil peynirlerde 10 farklı terpen tespit etmişlerdir. Güleryüz (2009),  rettiği Carra peynirinde yalnızca iki tip terpen bileşiğine rastladığını bildirmiş ve bu durumun da kış sütü kullanarak peynir üretmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada fazla sayıda terpen bileşiği belirlenmiştir. Bu çeşitliliğin yaz sütü kullanımına bağlı olarak ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.23. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen terpen bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Carene (delta-2-)	1.	5,34± 1,21	3,15± 0,16	0,49± 0,04	-	0,82± 0,00	0,62± 0,09	0,51± 0,67	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Carvone	1.	0,18± 0,01	0,11± 0,00	0,11± 0,16	-	-	-	0,11± 0,00	0,27± 0,14
	30.	-	-	-	0,09± 0,00	0,06± 0,12	-	0,09± 0,00	0,16± 0,17
	60.	0,35± 0,04	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Cymene (ortho-)	1.	12,33± 4,28	19,07± 2,20	18,47± 1,63	5,13± 0,37	12,01± 1,76	-	19,45± 2,74	10,60± 4,39
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	1,50± 0,00	1,50± 0,16	2,04± 1,49	1,71± 1,89	-	2,59± 0,95	1,19± 0,43
	90.	1,18± 0,65	-	0,49± 0,07	1,17± 2,13	-	-	-	0,99± 0,00
Cymene (para-)	1.	1,21± 0,06	1,06± 0,03	0,79± 0,12	1,49± 0,00	-	0,58± 0,23	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	1,56± 1,45	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	1,08± 0,06	-	-	0,58± 0,78	-	0,58± 0,12	-
Limonene	1.	6,41± 1,79	10,22± 2,72	8,91± 0,46	2,77± 0,13	4,41± 0,29	11,30± 0,00	0,91± 0,00	5,41± 1,61
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	0,35± 0,16	-	-	0,45± 0,58	-	-	-
	90.	0,38± 0,00	0,27± 0,04	-	-	0,17± 0,23	-	-	-
Myrcene	1.	4,07± 1,76	6,09± 4,57	4,84± 1,04	2,79± 0,74	1,22± 1,35	4,92± 2,46	5,07± 1,23	3,46± 2,77
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.23. (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Pinene (beta-)	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	0,94± 0,02	-	0,22± 0,07	-	0,26± 0,00	-	-	-
Terpinene (gamma-)	1.	4,11± 1,12	5,22± 1,77	0,69± 0,00	2,85± 0,66	3,03± 0,12	5,11± 0,31	5,67± 0,98	3,26± 4,65
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	0,39± 0,06	0,34± 0,00	0,33± 0,75	0,40± 0,00	0,40± 0,21	-	0,63± 0,32	0,22± 0,20
	90.	0,28± 0,04	-	-	-	-	-	-	-
Styrene	1.	1,97± 0,05	-	1,53± 0,11	1,07± 0,45	-	-	-	-
	30.	-	0,20± 0,07	-	-	0,10± 0,00	-	-	-
	60.	1,21± 0,57	-	-	-	0,97± 0,72	-	-	0,80± 0,00
	90.	-	-	0,33± 0,06	-	-	-	0,32±0,00	-
Ocimene	1.	-	-	-	-	-	1,06± 0,05	-	0,42± 0,00
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocimene (E-beta-)	1.	-	-	1,29± 0,86	0,55± 0,07	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam terpenler		41,986	48,731	40,064	20,391	26,255	23,553	35,986	26,849

(-): Belirlenemedi

4.3.4.f. Alkoller

Alkoller peynirin olgunlaşması sırasında amino asit metabolizması, laktoz metabolizması, metil ketonların indirgenmesi ve linoleik veya linolenik asidin parçalanması gibi farklı metabolik yollarla oluşabilmektedir (Molimard and Spinnler, 1996). Peynirlerden izole edilen alkoller arasında karbonhidrat metabolizması sonucu oluşan primer alkoller, amino asit metabolizması sonucu oluşan dallanmış zincirli alkoller ile aromatik alkoller ve yağ asitlerinin katabolizması sonucu oluşan sekonder ve doymamış alkoller en dikkat çekici olanlardır (Hayaloğlu ve Özer 2011). Sert ve olgunlaştırılan peynirlerde alkol konsantrasyonunun arttığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Molimard and Spinnler 1996; Curioni and Bosset 2002).

Çizelge 4.24’de peynir örneklerinde tespit edilen alkol bileşikleri verilmiştir. Alkol bileşikleri, üretilen peynir tipleri içerisinde belirlenmiş en önemli uçucu bileşikler arasında yer almıştır. Etil alkolün tüm peynir örneklerinde ve depolama boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir. Olgunlaşma sürecinde, etil alkolün peynirde farklı oranlarda bulunması; daha çok sütün mikroflorası, ısıl işleme toleranslı bakterilerin varlığı ve mayaların üretimden sonra peynire kontaminasyonla meydana gelen fermentasyonlarla açıklanabilmektedir (Kaminarides *et al.* 2007).

Alkol bileşikleri arasında dodekanol (1. gün)ve isopentyl alkol (60. gün) yalnızca A1 örneğinde bulunurken, hekzanol, A1 ve D2 örneklerinde, 2-pentanol ise A1 ve D1 örnekleri hariç diğer tüm peynirlerde 60. ve 90. günde belirlenmiştir. Ayrıca 1-propanol, 3-propanol, pentanol, bütilalkol ve heptan-2-ol EPS üreten kültürle üretilen peynirlerde tespit edilmiştir. Ancak, spesifik olarak EPS üreten kültürlerin alkol bileşiği içeriklerinde bir farklılık oluşturmadığı, yani diğer alkol bileşiklerinin peynir örneklerinde aynı şekilde değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.24. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen alkol bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler				Yağlı Peynirler				
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Ethyl Alcohol	1.	1,13± 0,45	0,64± 0,07	-	1,11± 0,05	0,76± 0,02	-	-	0,73± 0,02
	30.	-	1,38± 0,06	2,46± 0,67	-	1,04± 0,43	3,25± 1,73	4,81± 1,26	8,61± 1,31
	60.	11,44± 3,57	13,64± 1,05	8,71± 1,25	4,95± 0,52	7,63± 0,44	17,05± 1,90	18,41± 2,81	18,05± 3,66
	90.	19,27± 0,00	10,94± 0,56	8,29± 0,05	8,46± 0,14	6,19± 1,64	10,78± 1,77	11,72± 1,05	15,03± 2,18
Hexanol (N-)	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	0,71± 0,60	-	-	-	-	-	-	0,38± 0,00
	90.	1,09± 0,16	-	-	-	-	-	-	3,29± 0,11
Isopentyl Alcohol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	3,25± 0,00	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Octanol (2-)	1.	-	-	-	-	-	-	-	2,44± 0,55
	30.	7,08± 0,56	-	-	-	4,69± 0,93	-	1,91± 0,77	-
	60.	5,01± 1,06	-	4,79± 1,55	-	18,20± 3,43	-	5,80± 0,77	-
	90.	2,73± 0,76	2,02± 0,10	7,24± 1,66	-	8,47± 1,29	-	3,87± 0,71	7,59± 1,24
Phenyl Ethyl Alcohol	1.	-	1,83± 0,86	-	-	-	-	-	-
	30.	0,34± 0,16	0,60± 0,04	-	-	-	-	1,41± 0,32	3,69± 1,11
	60.	-	-	-	-	-	-	0,53± 0,06	0,42± 0,00
	90.	-	-	-	-	-	-	0,43± 0,00	0,91± 0,12

Çizelge 4.24. (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
2-Ethyl-1-Hexanol	1.	-	0,49± 0,06	0,71± 0,81	0,56± 0,10	-	-	0,55± 0,00	0,34± 0,03
	30.	-	-	-	-	-	0,35± 0,05	-	-
	60.	-	-	-	-	0,15± 0,02	0,24± 0,71	-	-
	90.	-	0,24± 0,04	-	-	-	-	-	-
2-Pentanol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	1,22± 0,00	2,44± 1,31	-	5,19± 3,51	1,07± 0,03	2,29± 1,27	1,17± 0,93
	90.	-	1,11± 0,08	1,08± 0,00	-	-	1,36± 0,12	1,51± 0,15	1,84± 0,00
Butanediol (2,3-)	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	0,33± 0,00	0,18± 0,05	-	1,20± 1,22	0,58± 0,14	-	-
	90.	-	0,48± 0,06	-	-	0,57± 0,32	0,22± 0,04	-	-
Isobutyl Alcohol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	1,58± 0,47	-	-	-
	90.	-	-	-	2,32± 0,00	-	-	-	-
Phenethyl Alcohol	1.	-	-	-	-	1,15± 0,09	-	-	-
	30.	-	-	-	0,82± 0,00	-	1,75± 0,11	-	-
	60.	-	-	-	0,46± 0,13	-	0,55± 0,54	-	-
	90.	-	-	-	0,59± 0,81	-	0,34± 0,07	-	-

Çizelge 4.24. (devam)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
1-Propanol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	1,83± 0,06	-	-
1-Propanol (cas)	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	1,63± 0,27	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Pentanol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	4,25± 1,66	-
Heptan-2-ol	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	4,27± 0,55	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam alkoller		52,112	34,988	35,930	19,320	56,894	45,333	57,557	64,594

(-): Belirlenemedi

4.3.4.g. Sülfürlü bileşikler

Sülfürlü bileşiklerin ortaya çıkmasında metiyonin amino asidi öncül maddedir (Hayaloğlu ve Özer 2011). Metiyoninin degradasyonu sonucu oluşan metantiyol dışında dimetilsülfid, dimetil disülfid ve dimetil trisülfid de metiyonin kaynaklı oluşan sülfürlü bileşiklerdir. Pek çok gıda maddesi gibi peynirde de ortaya çıkan sülfürlü bileşikler çok düşük aroma eşik değerlerine sahip olmalarına rağmen gıda aromalarında karakteristik etki gösterirler (Curioni and Bosset 2002; Hayaloğlu ve Özer 2011).

Çizelge 4.25’de peynir örneklerinde olgunlaşma süresince tespit edilen sülfürlü bileşikler verilmiştir. Peynirlerde 2 farklı sülfürlü bileşik tespit edilmiştir. Yağlı süttten yapılan peynir örneklerinde herhangi bir sülfürlü bileşik oluşmamış, yağsız süttten üretilen A1 örneğinde diallyl disülfid, D1 örneğinde ise diallyl disülfid, dimetil disülfid ve dimetil trisülfid yalnızca 1. günde saptanmıştır.

Güteryüz (2009), Carra peynirinde olgunlaşma süresince 1 sülfürlü bileşik tespit ettiğini bildirmiştir. Hayaloğlu *et al.* (2008), Konya piyasasından topladıkları küflü peynirlerin aroma bileşiklerini araştırdıkları çalışmalarında peynir örneklerinde 8, Hayaloğlu *et al.* (2007) Tulum peynirlerinde 7, Çakmakçı *et al.* (2012)’de Küflü Civil peynirlerde 3 farklı sülfürlü bileşik tespit etmişlerdir

Çizelge 4.25. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen sülfürlü bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Diallyl Disulphide	1.	1,65±0,22	-	-	3,55±0,75	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Disulphide, methyl 2-propenyl (cas)	1.	-	-	-	1,62±0,00	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam sülfidler		1,651	0,00	0,00	5,170	0,00	0,00	0,00	0,00

(-): Belirlenemedi

4.3.4.h. Diğer bileşikler

Hidrokarbonların lipid oksidasyonunun ikincil bileşikleri olarak ortaya çıktıkları, peynir aroma profiline direkt etkileri olmayıp peynirin diğer uçucu bileşiklerin oluşumuna öncülük ettikleri belirtilmektedir (Karatop 2010).

Bu araştırmada diğer bileşikler kapsamında 17 bileşik tespit edilmiştir (Çizelge 4.26). Diğer bileşik olarak ifade edilen linalool birinci günde A2 örneği hariç tüm peynirlerde yüksek oranda tespit edilmesine rağmen 30. 60. ve 90. günlerde bulunmamıştır. İzopentil format olgunlaşmanın ilk dönemlerinde görülmezken 60 ve 90. gün analizlerinde D1 örneği hariç (A1, 90. gün) diğer peynirlerde nispeten yüksek oranda tespit edilmiştir. Bunların dışında toluen, ksilen, karbondioksit, diklorobenzen, karvakrol, fenol, heptan, hekzan oransal olarak dikkat çeken diğer bileşikler olmuştur.

Hayaloğlu *et al.* (2007), Tulum peynirlerinde 19, Hayaloğlu *et al.* (2008), küflü peynirlerde 31, Çakmakçı *et al.* (2012)'de Küflü Civil peynirlerde 18 adet diğer bileşik kapsamlı aroma bileşiği tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.26. Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen diğer bileşiklerinin kromatogramdaki alanı (%)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Anethole (Z-)	1.	0,06± 0,00	0,07± 0,00	-	0,10± 0,21	-	-	0,05± 0,00	0,31± 0,68
	30.	-	-	-	0,14± 0,00	-	0,32± 0,04	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzene 1,3-dimethyl	1.	0,62± 0,03	-	-	0,60± 0,00	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	0,33±0,08	0,35± 0,12	0,39± 0,00	0,48± 0,14	-
	90.	-	0,53± 0,00	-	-	-	-	-	-
Benzothiazole	1.	-	0,86± 0,00	0,46± 0,24	-	21,16± 22,82	2,00± 0,41	-	22,77± 4,53
	30.	1,46± 0,14	0,83± 0,00	1,23± 0,66	1,07± 0,03	0,66± 0,00	-	0,78± 0,07	1,07± 0,42
	60.	1,18± 0,18	-	0,49± 0,06	-	0,45± 0,39	-	0,63± 0,32	0,60± 0,00
	90.	1,59± 0,57	-	0,44± 0,05	0,90± 0,54	0,46± 0,07	0,90± 1,23	0,65± 0,00	-
Carvacrol	1.	0,62± 0,04	-	0,60± 0,00	1,50± 0,77	-	-	-	0,50± 0,02
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	1,07± 0,16	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.26. (devam)

Bileşikler	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Decane	1.	0,40± 0,06	0,61± 0,03	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	2,05± 0,10	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Hepten-2-one	1.	0,45± 0,04	-	-	0,87± 0,06	-	-	-	0,49± 0,00
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoamyl benzyl ether	1.	1,50± 0,52	-	-	-	-	3,26± 0,93	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopenthyl formate	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	2,81± 0,54	2,62± 0,03	-	3,32± 0,62	4,46± 1,31	4,92± 1,16	7,89± 0,59
	90.	5,76± 1,72	3,16± 0,54	3,81± 0,00	-	2,34± 0,23	4,37± 0,49	-	-
Linalool	1.	17,01± 5,31	19,19± 7,90	26,47± 2,45	17,89± 1,62	-	9,55± 0,00	26,69± 3,99	12,17± 1,31
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenethyl cinnamate	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	1,07± 0,05	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.26. (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Toluene	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	1,43± 0,08	2,02± 0,96	-	-	-	-	-	-
Xylene	1.	0,30± 0,05	0,89± 0,94	-	-	-	0,50± 0,00	0,54± 0,16	0,73± 0,63
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	0,39± 0,22	-	-	-
	90.	0,50± 0,09	-	-	-	-	-	-	-
Carbon dioxide	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	1,30± 0,73	-	-	1,19± 0,00
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Dichlorobenzene	1.	-	1,70± 0,07	-	2,40± 0,45	2,39± 0,79	1,26± 0,37	1,58± 0,00	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptane	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	2,32± 0,19	-	-	7,29± 0,00
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Hexane	1.	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.	-	-	-	-	-	-	-	-
	60.	-	-	-	-	-	-	-	-
	90.	-	-	-	6,82± 0,56	-	-	-	3,12± 0,04

Çizelge 4.26 (devam)

	Yağsız Peynirler					Yağlı Peynirler			
Bileşikler	Gün	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
Naphthalene	1.	-	0,17± 0,00	-	-	-	-	0,19± 0,00	-
	30.	-	-	-	0,12± 0,19	-	-	0,03±0,00	-
	60.	-	-	-	0,14± 0,03	0,08± 0,17	0,13± 0,00	0,16± 0,36	0,07± 0,00
	90.	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam diğer bileşikler		35,134	32,894	38,215	32,946	35,290	27,198	36,771	58,251

(-): Belirlenemedi

4.3.5. Peynir Örneklerinin Tekstür Profil Analiz Sonuçları

4.3.5.a. Sertlik

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde tespit edilen sertlik değerleri (kg) Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Birinci günde örneklerin sertlik değerleri yağsız peynirlerde 1,94 ile 3,23 kg; yağlı peynirlerde 1,20 ile 2,02 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.17). Birinci gün en yüksek sertlik değeri A1 örneğinde, en düşük sertlik değeri ise B2 örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,01$). Olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde A1 ($p<0,05$) ve A2 ($p>0,05$) örneklerinde sertlik değerinde artış olmasına rağmen diğer tüm gruplarda sertlik değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Ekzopolisakkarit üreten kültürlerin yağsız ve yağlı peynirlerin sertlik derecelerine etkisi incelendiğinde; yağsız peynirlerde EPS’nin sertlik değerini düşürdüğü ancak yine de bu peynirlerin yağlı ve EPS’li peynirlere göre daha sert bir yapı sergiledikleri görülmüştür ($p>0,05$). Ayrıca olgunlaşmanın sonunda yağlı süte EPS üreten kültür ilavesi ile üretilen D2 örneğinin, B2 (yağlı süt ve ticari kültürle üretilen peynir) ve C2 (yağlı sütle ticari + EPS üreten kültür ile elde edilen peynir) örneklerine göre sertlik değerini daha fazla korumuş olduğu görülmüştür.

Ayrıca yağsız süt ve EPS üreten kültürle yapılan peynirlerde, EPS içermeyen peynir örneklerine göre daha düşük sertlik değerlerinin oluştuğu görülmüştür. Bunun, EPS’nin su tutma kapasitesine dayalı olarak peynirde daha fazla su tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte; peynir üretiminde, *Lc. lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* ile pH’yı daha çabuk düşüren *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kombinasyonlarının kullanılması ticari olarak yaygındır.

Çizelge 4.27. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sertlik değerleri (kg)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,23 ^{cA} ±0,05	3,95 ^{dAB} ±0,09	3,18 ^{fA} ±0,06	5,01 ^{eB} ±0,13	4,85 ^{cB} ±0,09	p<0,05
	B1	2,96 ^c ±0,21	3,41 ^{cd} ±1,28	2,05 ^e ±0,06	1,65 ^c ±0,09	1,59 ^b ±0,16	ns
	C1	1,94 ^b ±0,03	1,80 ^b ±0,01	1,19 ^c ±0,08	0,83 ^b ±0,11	0,51 ^a ±0,53	ns
	D1	2,35 ^b ±0,15	2,06 ^{bc} ±0,06	1,99 ^e ±0,16	1,82 ^{cd} ±0,03	1,72 ^b ±0,03	ns
Yağlı	A2	2,02 ^b ±0,08	2,86 ^{bc} ±0,011	1,59 ^d ±0,11	2,22 ^d ±0,19	2,10 ^b ±0,04	ns
	B2	1,20 ^a ±0,09	0,80 ^a ±0,13	0,13 ^a ±0,06	0,26 ^a ±0,10	0,23 ^a ±0,01	ns
	C2	1,37 ^a ±0,08	1,09 ^a ±0,10	0,70 ^b ±0,12	0,57 ^b ±0,04	0,54 ^a ±0,02	ns
	D2	1,51 ^a ±0,02	1,56 ^a ±0,07	0,93 ^c ±0,05	0,68 ^b ±0,12	0,74 ^a ±0,10	ns
ÖD (Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

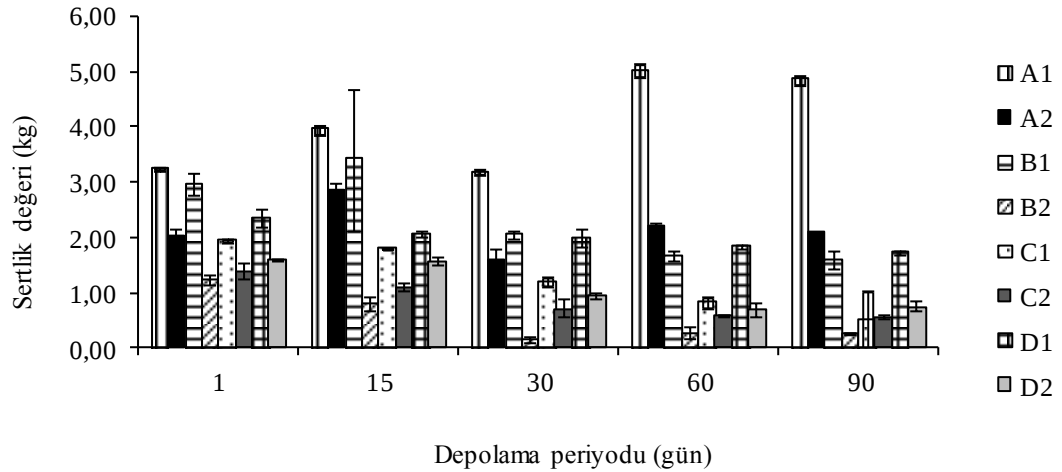
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c,} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C,} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

**Şekil 4.17** Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sertlik değerleri (kg)

Sütle uygulanan yüksek ısı işlem ve starter kültür farklılığı, Beyaz peynirde yapı, lezzet ve kalite farklılıkları oluşturmakta ve buna bağlı olarak peynirlerde yapısal ve duyuşsal problemlere de neden olmaktadır (Göncüoğlu vd 2009). Çalışmada B2 grubunda depolama süresince sertlik değerlerinde görülen düşüşün kullanılan ticari peynir kültüründen kaynaklanabileceği düşünülmektedir ($p>0,05$). Çünkü çalışmada, ticari

peynir kültürüne EPS üreten kültürün ilavesinin (C2) yapının daha düzgün olmasını sağladığı saptanmıştır.

Peynirde tekstürel özelliklerin araştırıldığı bazı çalışmalarda EPS'nin peynirde sertliği azalttığı belirtilmiştir (Bhaskaracharya and Shah 2001; Ahmed *et al.* 2005; Awad 2006; Mehenktaş 2006; Zisu and Shah 2006).

4.3.5.b. Elastikiyet

Elastikiyet, çiğneme sırasında gıda maddesinin eski halini alma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, birinci sıkıştırma sonundaki yükseklik ile ikinci sıkıştırmaya başlama yüksekliği arasındaki mesafe olarak ifade edilmektedir. Sunulan çalışmada olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen elastikiyet değerleri Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Elastikiyet oranları 1. günde yağsız peynirlerde 9,01 ile 9,60 arasında değişirken, yağlı peynirlerde 9,01 ile 9,65 arasında değişim göstermiştir. Olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde tüm örneklerde düzensiz değişimlerin olduğu ve genel olarak elastikiyet değerlerinin önemsiz düzeyde düştüğü belirlenmiştir ($p>0,05$). Depolama sürecinin sonunda en düşük elastikiyet değerine 8,86 ile C1 örneği, en yüksek elastikiyet değerine ise 9,48 ile D2 örneği sahip olmuştur (Çizelge 4.28 ve Şekil 4.18).

Ancak genel olarak örneklerin elastikiyet değerleri üzerinde, olgunlaşma süresi ve kullanılan starter kültür farklılıklarının önemli düzeyde değişiklik yapmadığı görülmüştür. Buna rağmen, olgunlaşmanın 60. ($p<0,01$) ve 90. ($p<0,05$) günlerinde elastikiyet değerlerindeki değişimler istatistiki olarak anlamlılık sergilemiştir.

Peynirde tekstürel özelliklerin araştırıldığı bazı çalışmalarda da bu çalışmada elde edilen değerlere uyumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Bhaskaracharya and Shah 2001; Awad 2006; Mehenktaş 2006; Zisu and Shah 2006; Wishah 2007).

Çizelge 4.28. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin elastikiyet değerleri

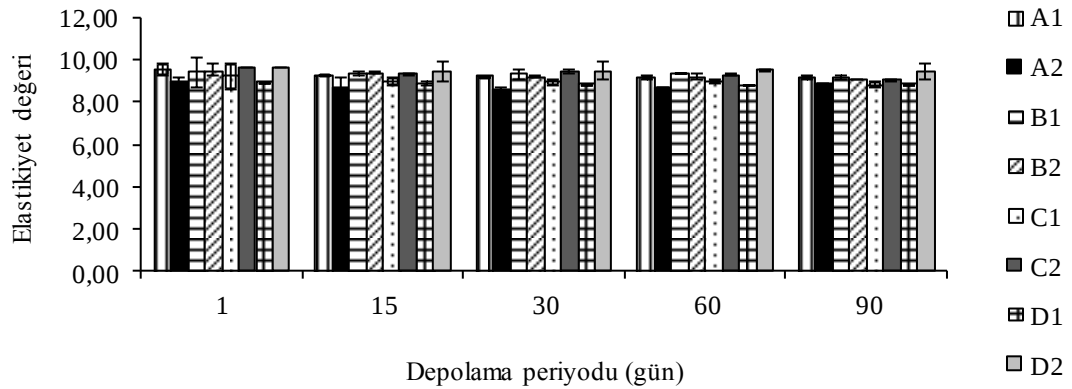
Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	9,60±0,29	9,35±0,08	9,28±0,06	9,25 ^{bc} ±0,10	9,20 ^{ab} ±0,11	ns
	B1	9,50±0,71	9,44±0,11	9,37±0,23	9,44 ^c ±0,04	9,21 ^{ab} ±0,07	ns
	C1	9,28±0,60	9,02±0,16	8,98±0,11	9,03 ^b ±0,13	8,86 ^a ±0,15	ns
	D1	9,01±0,03	8,94±0,06	8,89±0,09	8,89 ^a ±0,03	8,90 ^{ab} ±0,03	ns
Yağlı	A2	9,02±0,28	8,71±0,15	8,64±0,45	8,66 ^a ±0,10	8,88 ^a ±0,04	ns
	B2	9,51±0,28	9,40±0,01	9,22±0,02	9,25 ^{bc} ±0,16	9,09 ^{ab} ±0,03	ns
	C2	9,65±0,04	9,34±0,17	9,46±0,15	9,30 ^b ±0,01	9,04 ^{ab} ±0,05	ns
	D2	9,65±0,04	9,45±0,44	9,49±0,40	9,53 ^c ±0,06	9,48 ^b ±0,37	ns
ÖD(Gruplara göre)		ns	ns	ns	p<0,01	p<0,05	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

**Şekil 4.18.** Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin elastikiyet değerleri

4.3.5.c. Sakızımsılık

Sakızımsılık (kg), yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerleri Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sakızimsılık değerleri

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,54 ^b ±0,05	4,19 ^e ±0,03	2,72 ^e ±0,03	2,92 ^e ±0,01	1,57 ^e ±0,03	ns
	B1	2,95 ^{ab} ±0,08	2,42 ^c ±0,30	1,76 ^e ±0,06	0,89 ^c ±0,02	0,51 ^b ±0,04	ns
	C1	2,20 ^{abA} ±0,06	1,63 ^{bcA} ±0,04	0,84 ^{bB} ±0,06	0,61 ^{bB} ±0,02	0,42 ^{bB} ±0,01	p<0,05
	D1	2,31 ^{ab} ±0,19	2,12 ^c ±0,05	1,39 ^d ±0,03	1,13 ^d ±0,11	0,85 ^d ±0,06	ns
Yağlı	A2	3,38 ^{bA} ±0,05	3,21 ^{dA} ±0,16	1,27 ^{dB} ±0,08	1,10 ^{dB} ±0,02	0,90 ^{dB} ±0,06	p<0,05
	B2	1,84 ^{ab} ±0,11	1,90 ^b ±0,04	0,94 ^c ±0,04	0,59 ^b ±0,04	0,50 ^b ±0,04	ns
	C2	1,11 ^{aA} ±0,03	0,84 ^{aA} ±0,07	0,32 ^{aB} ±0,05	0,35 ^{aB} ±0,02	0,29 ^{aB} ±0,02	p<0,05
	D2	1,04 ^a ±1,38	1,59 ^b ±0,03	0,74 ^b ±0,03	0,59 ^b ±0,04	0,58 ^c ±0,01	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

^{A, B, C, ...} aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

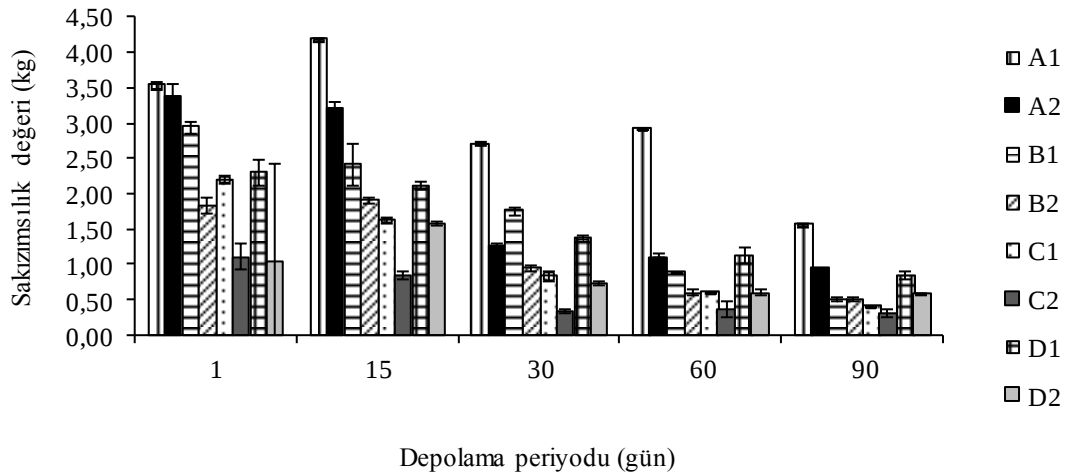
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Sakızimsılık değeri, 1. günde yağsız peynirlerde 2,20 ile 3,54 kg ve yağlı peynirlerde 1,04 ile 3,38 kg arasında belirlenmiştir. Olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde sakızimsılık değerlerinin giderek düştüğü görülmüş ve 90. günde bu değerlerin yağsız örneklerde 0,42- 1,57 kg, yağlı örneklerde 0,29 -0,90 kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.19). Peynir grupları içerisinde ise depolama boyunca en düşük sakızimsılık değerini C2 ($p<0,05$), en yüksek değeri ise A1 örneği vermiştir ($p>0,05$).

Pozitif kontrol (B1, B2) ve negatif kontrol (A1, A2) grupları ile ticari + EPS üreten kültür veya yalnızca EPS üreten kültürlerle yapılan peynir örnekleri karşılaştırıldığında; tüm grupların sakızimsılık değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. İstatistiki olarak yapılan değerlendirmede ise olgunlaşma sürecinde C1, A2 ve C2 örneklerinde meydana gelen düşme önemli iken ($p<0,05$), diğer gruplarda istatistiksel olarak önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir ($p>0,05$). Çalışma düzeninde olgunlaşma sürecinde günlere göre grupların değerlendirilmesinde tüm günlerde örnekler arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Sakızımsılık değerinin, tüm gün ve gruplarda değişim göstermesinde, olgunlaşma süresinin ve kültür farklılıklarının etkili olduğu ancak EPS'nin spesifik olarak farklılık oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Benzer sonuçlar Ahmed *et al.* (2005), Mehenktaş (2006), Şanlı (2006), Zisu and Shah (2006) tarafından da tespit edilmiştir.



Şekil 4.19. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin sakızımsılık değerleri

4.3.5.d. Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik (kg); katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme kuvveti olarak tanımlanmaktadır. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çiğnenebilirlik değeri; birinci günde yağsız peynirlerde 16,25 ile 24,48 kg ve yağlı peynirlerde 9,79 ile 13,28 kg arasında belirlenmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda düzensiz değişimler görülmüştür. Peynir örnekleri arasında olgunlaşmanın sonunda en düşük değer 4,52 kg ile B2 örneğinde, en yüksek değer ise 32,70 kg ile A1 örneğinde görülmüştür (Şekil 4.20). Depolamanın sonunda, A1 ($p>0,05$) ve A2 ($p<0,05$) örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı; diğer örneklerde C1 ($p<0,05$) örnekleri dışındaki tüm gruplarda çiğnenebilirlik değerlerinin düzensiz değişimlerle birlikte düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Olgunlaşma günlerine göre grupların

değerlendirilmesinde, tüm günlerde gruplar arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Genel olarak yağlı peynirlerin 1. günde çignenebilirlik düzeyi yağsızlara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Kültürler arasında yapılan değerlendirmelerde ise ticari kültürlerin çignenebilirlik değerlerini, EPS içeren kültürlere oranla daha fazla düşürdüğü dikkat çekici bulunmuştur. Bu durumun, kültür ilavesiz ve ticari kültürle üretilen peynirlerde görülen daha yüksek kurumadde oranlarının bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Ahmed *et al.* 2005). Elde edilen sonuçlara göre peynir örneklerinin çignenebilirlik değerleri üzerine olgunlaşma süresi ve kültür farklılıklarının önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Peynirde tekstürel özelliklerin incelediği diğer bazı araştırmalarda da bu çalışmaya benzer sonuçlar bulunmuştur (Ahmed *et al.* 2005; Agrawal 2006; Mehenktaş 2006; Şanlı 2006; Wishah 2007).

Çizelge 4.30. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin çignenebilirlik değerleri (kg)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD (Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	20,94 ^f ±0,17	34,17 ^e ±2,79	25,07 ^e ±0,05	40,64 ^g ±0,54	32,70 ^e ±0,13	ns
	B1	24,48 ^{gA} ±0,04	11,63 ^{bcBC} ±0,60	16,67 ^{dB} ±0,33	9,20 ^{bC} ±0,06	7,18 ^{bC} ±0,04	p<0,05
	C1	16,25 ^{dA} ±0,19	11,35 ^{bcBC} ±0,33	11,69 ^{cB} ±0,04	9,38 ^{bC} ±0,18	7,51 ^{bC} ±0,05	p<0,05
	D1	18,48 ^e ±0,72	16,07 ^d ±1,27	12,58 ^c ±0,47	13,86 ^e ±0,08	9,64 ^c ±0,47	ns
Yağlı	A2	12,82 ^{bA} ±0,28	18,43 ^{dB} ±0,25	10,90 ^{bA} ±0,18	22,02 ^{dB} ±0,23	17,78 ^{dBA} ±0,47	p<0,05
	B2	9,79 ^a ±0,10	4,43 ^a ±0,25	7,84 ^a ±0,30	5,84 ^a ±0,13	4,52 ^a ±0,42	ns
	C2	11,81 ^b ±0,13	8,03 ^b ±0,12	9,33 ^b ±0,03	10,61 ^c ±0,02	7,53 ^b ±0,45	ns
	D2	13,28 ^c ±0,04	13,14 ^c ±0,09	11,03 ^{bc} ±1,07	11,52 ^d ±0,04	8,25 ^b ±0,04	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

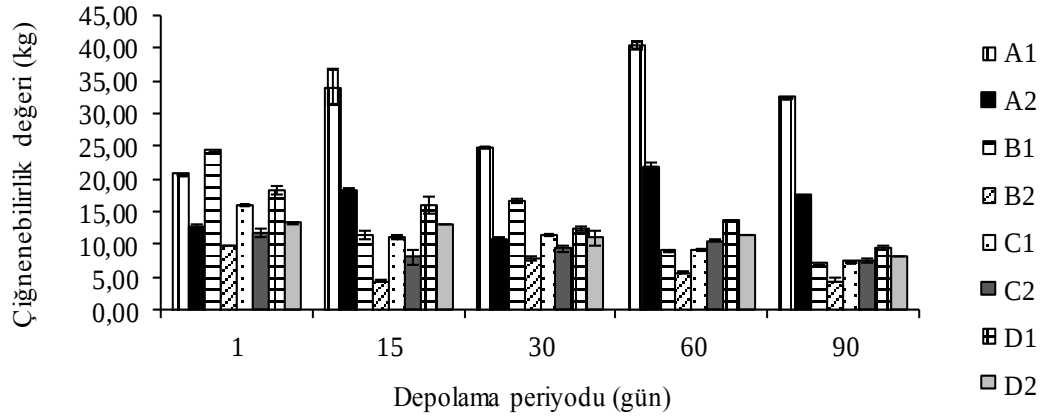
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir



Şekil 4.20. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (kg)

4.3.5.e. İç yapışkanlık

İç yapışkanlık (cm^2); gıda maddesinin ağızda parçalanmasından önceki deforme olma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu değer ikinci sıkıştırmadaki pozitif alanın birinci sıkıştırmadaki pozitif alana oranı olarak ifade edilmektedir. Deneme peynir örneklerine ait iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Olgunlaşmanın ilk gününde iç yapışkanlık değerleri, yağsız peynirlerde 0,675 ile 0,920 cm^2 ve yağlı peynirlerde 0,690 ile 0,910 cm^2 arasında değişmiştir. Depolama sürecinde tüm örneklerde iç yapışkanlık, düzensiz değişimler göstermiş ve 90. günde bu değerler yağsız peynirler için 0,495 ile 0,945 cm^2 ve yağlı peynirler için 0,615 ile 0,923 cm^2 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.21). Örneklere göre ise olgunlaşmanın birinci gününde en yüksek iç yapışkanlık değerini C1 örneği gösterirken, en düşük değer A1 örneğine ait olmuştur. Olgunlaşma süresince tüm örneklerde düzensiz değişimler görülmesine rağmen, negatif kontrol grubunu oluşturan A1 ve A2 ile pozitif kontrol grubunu oluşturan B2 ve yalnızca EPS üreten kültürle hazırlanan D2 örneklerinde iç yapışkanlık değerinin yükseldiği, diğer deneme gruplarında ise iç yapışkanlığın düştüğü tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.31. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerleri

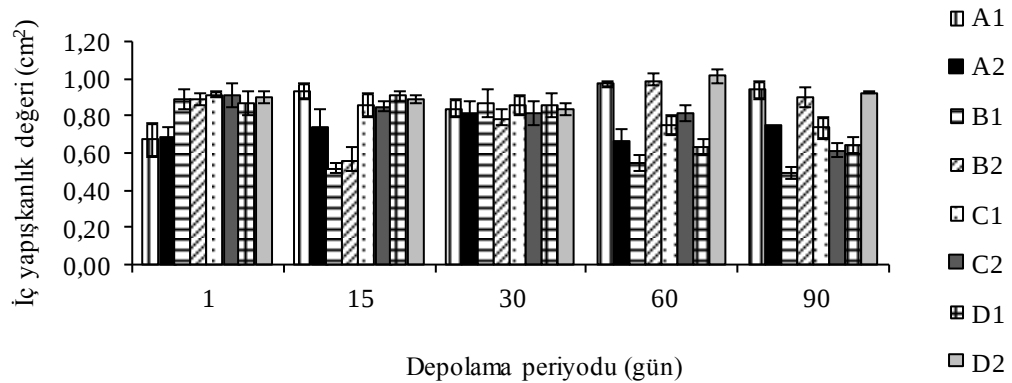
Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	0,675 ^a ±0,09	0,940 ^c ±0,04	0,845±0,05	0,975 ^d ±0,02	0,945 ^e ±0,05	ns
	B1	0,895 ^b ±0,05	0,520 ^a ±0,03	0,875±0,08	0,550 ^a ±0,04	0,495 ^a ±0,04	ns
	C1	0,920 ^b ±0,01	0,865 ^b ±0,06	0,860±0,06	0,755 ^c ±0,05	0,740 ^{bc} ±0,06	ns
	D1	0,875 ^b ±0,06	0,910 ^{bc} ±0,03	0,865±0,06	0,640 ^b ±0,04	0,650 ^b ±0,04	ns
Yağlı	A2	0,690 ^a ±0,03	0,735 ^b ±0,05	0,810±0,10	0,665 ^b ±0,10	0,745 ^c ±0,06	ns
	B2	0,890 ^b ±0,03	0,565 ^a ±0,06	0,790±0,04	0,995 ^d ±0,04	0,90 ^{cd} ±0,06	ns
	C2	0,910 ^b ±0,04	0,850 ^b ±0,06	0,810±0,01	0,810 ^c ±0,01	0,615 ^{bd} ±0,02	ns
	D2	0,900 ^b ±0,03	0,885 ^{bc} ±0,02	0,835±0,04	1,015 ^d ±0,04	0,923 ^e ±0,01	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	ns	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

**Şekil 4.21.** Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerleri

Ahmed *et al.* (2005), EPS üreten kültürle ürettiği Karish peynirinde, iç yapışkanlığın EPS üretmeyen kültürle yaptığı kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca Zisu and Shah (2006), EPS üreten kültürlerle yaptıkları peynirlerde, iç yapışkanlık değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise EPS üreten ve üretmeyen kültürlerle üretilen Mozzarella peynirinin tekstür profil analizi sonucunda iç ve dış

yapışkanlık değerlerinin her iki grupta da düşüş gösterdiği tespit edilmiştir (Bhaskaracharya and Shah 2001). Bu çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

4.3.5.f. Dış yapışkanlık

Dış yapışkanlık, gıda ve diğer yüzey arasındaki çekim kuvvetinin üstesinden gelmek için gereksinim duyulan iş olarak tanımlanmaktadır. Bu değer birinci sıkıştırma sırasındaki negatif kuvvet alanı olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen dış yapışkanlık değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90.gün	
Yağsız	A1	-33,06 ^d ±2,90	-33,18 ^e ±0,10	-32,52 ^e ±0,23	-23,54 ^e ±2,35	-27,46 ^e ±0,28	ns
	B1	-71,29 ^b ±2,74	-71,62 ^b ±0,29	-72,10 ^b ±0,09	-71,37 ^c ±3,90	-74,62 ^c ±0,62	ns
	C1	-93,22 ^a ±4,31	-95,50 ^a ±3,05	-95,19 ^a ±2,62	-91,52 ^a ±1,15	-92,01 ^a ±2,55	ns
	D1	-92,24 ^a ±0,21	-92,5 ^a ±0,89	-92,78 ^a ±0,18	-88,37 ^a ±2,17	-90,18 ^a ±1,45	ns
Yağlı	A2	-90,33 ^a ±0,17	-91,4 ^a ±1,59	-91,98 ^a ±2,70	-82,69 ^b ±2,79	-86,53 ^b ±2,55	ns
	B2	-44,38 ^c ±3,15	-44,49 ^d ±0,05	-44,09 ^d ±4,29	-20,07 ^e ±1,28	-29,90 ^e ±2,35	ns
	C2	-72,18 ^b ±2,91	-71,58 ^b ±2,09	-72,28 ^b ±2,40	-73,15 ^c ±1,78	-81,63 ^b ±1,83	ns
	D2	-62,16 ^b ±1,03	-63,5 ^c ±0,95	-61,19 ^c ±1,38	-55,87 ^d ±0,67	-59,07 ^d ±0,20	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

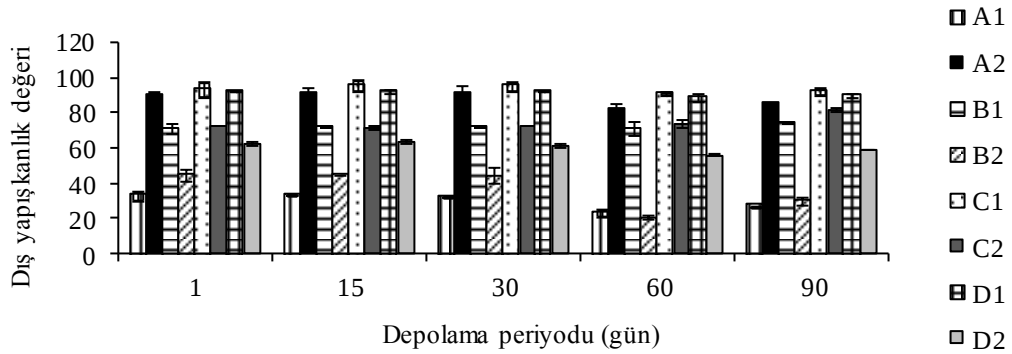
ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Dış yapışkanlık değerleri 1. günde, yağsız peynirlerde -93,22 ile -33,06 ve yağlı peynirler için -90,33 ile -44,38 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince dış yapışkanlık değerleri düzensiz değişimler göstermiş ve depolamanın son aşamasında bu değerler yağsız peynirler için -92,01 ile -27,46 ve yağlı peynirler için -86,53 ile -29,90 arasında değişmiştir. 90. günde en düşük dış yapışkanlık değerini C1 örneği, en yüksek

değeri ise A1 örneği göstermiştir (Şekil 4.22). Bu süreçte tüm örneklerde düzensiz değişimler görülmekle birlikte, B1 ve C2 örnekleri dışında diğer tüm grupların dış yapışkanlık değerlerinin istatistikî olarak önemsiz düzeyde düştüğü görülmüştür ($p>0.05$). Çalışmada olgunlaşma süresince farklı günlerde yapılan değerlendirmelerde tüm örnekler arasındaki dış yapışkanlık değerleri önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.01$).

Agrawal (2006), Mehenktaş (2006) ve Wishah (2007), peynir örneklerinde elde ettikleri dış elastikiyet değerlerinin olgunlaşma süresince düştüğünü, ancak kullanılan farklı starter kültür tiplerinin dış elastikiyet açısından önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Ahmed *et al.* (2005) ise EPS üreten kültürlerin Karish peynirinin tekstürel özelliklerini etkilediği ve dış elastikiyet değerlerinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında kültür farklılıklarının dış elastikiyet değerlerini etkilemediği söylenebilir.



Şekil 4.22. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri

4.3.6. Peynir örneklerinde konfokal lazer taramalı mikroskop ile mikroyapının belirlenmesi

Gıdaların tekstürü, sahip oldukları mikroyapı komponentleri ve bu komponentlerin birbiriyle olan ilişkisinden yüksek oranda etkilenmektedir. Peynir, üretimi ve depolanması sürecinde biyokimyasal açıdan dinamizme sahip bir ürün olduğundan mikroyapı komponentlerinin incelenmesi, ürünün geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi

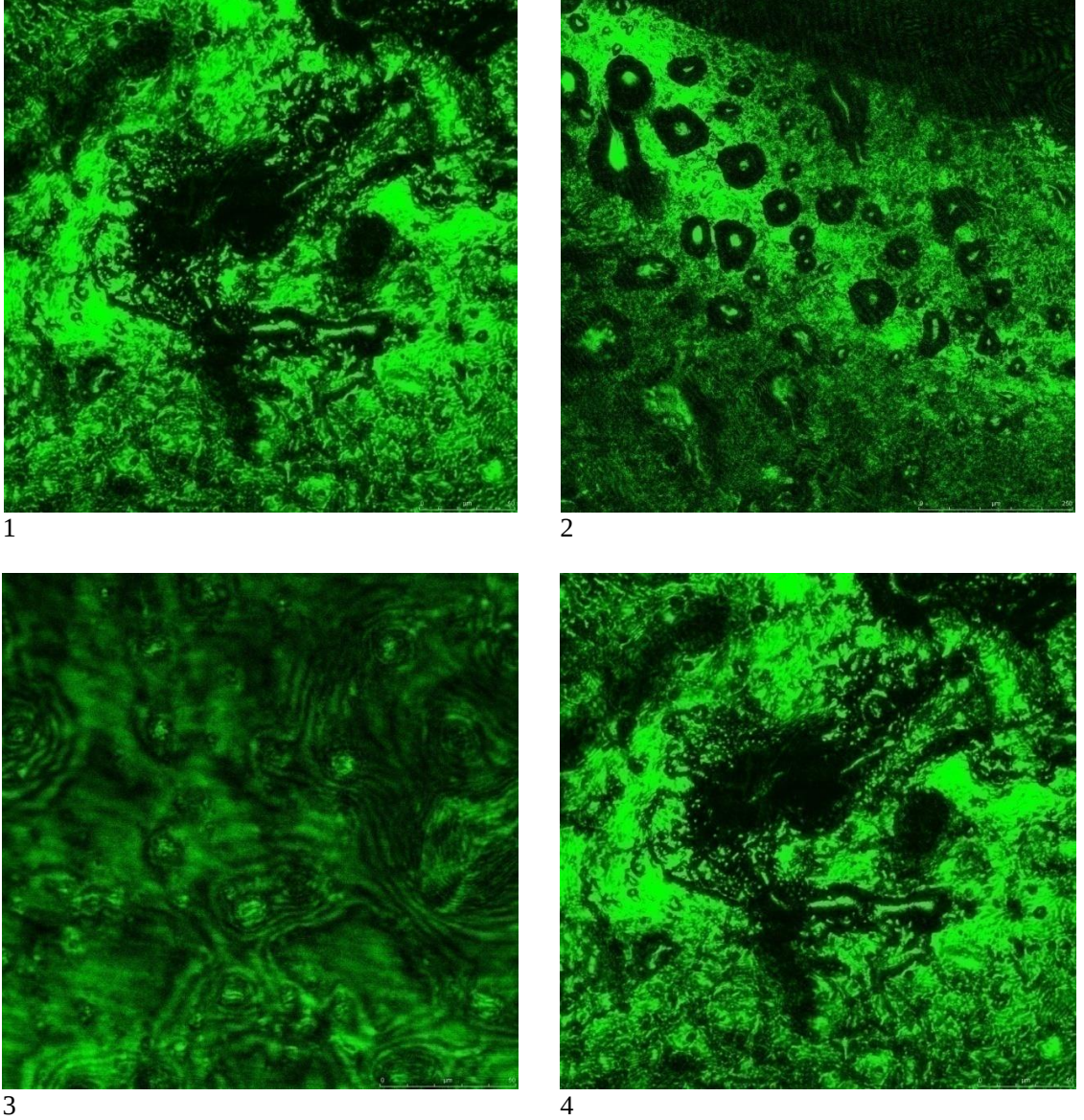
açısından önemli bir uygulama olarak görülmektedir. Konfokal Lazer Taramalı Mikroskop Tekniği (KLTM Tekniği) sulu numunelerin görüntülenebilmesini ve doğal ortamlarında majör komponentlerin görülebilmesini sağlayan ve bu çalışma kapsamında da gıdalarda starter kültürler tarafından üretilen EPS'nin mikroyapı içerisinde varlığını ve durumunu belirleme için uygun bir yöntemdir (Hassan *et al.* 2002b; Hassan 2008).

Olgunlaşma boyunca peynir örneklerinden elde edilen KLTM görüntüleri Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de verilmiştir. Şekil 4.23'de yağlı ve yağsız süttten kültür ilavesiz ve ticari kültürle elde edilen peynir örneklerine ait görüntüler, Şekil 4.24'de ise yağlı ve yağsız süttten EPS üreten kültürle yapılan peynir örneklerine ait görüntüler verilmiştir. Çalışmada spesifik olarak EPS'yi boyayan, Concanavalin A kullanılmış ve bu şekilde üç boyutlu olarak EPS'yi görüntülemek mümkün olmuştur.

Çalışmada elde edilen A1, A2, B1 ve B2 örneklerinde EPS oluşumu gerçekleşmediğinden elde edilen görüntülerde protein network içerisinde EPS yapısı gözlemlenmemiştir (Şekil 4. 23). Ancak EPS üreten kültürle üretilen C1, C2, D1 ve D2 örneklerinde EPS Concanavalin A ile spesifik olarak boyanmış ve protein network içerisinde net olarak görüntülenebilmiştir. Şekil 4.24'de elde edilen görüntülerden 1 ve 2 örnekler EPS protein network içinde mavi renkte, 3 numaralı örnekte protein network içinde turuncu renkte ve 4 numaralı örnekte protein network içinde yeşil renkte görüntülenmiştir.

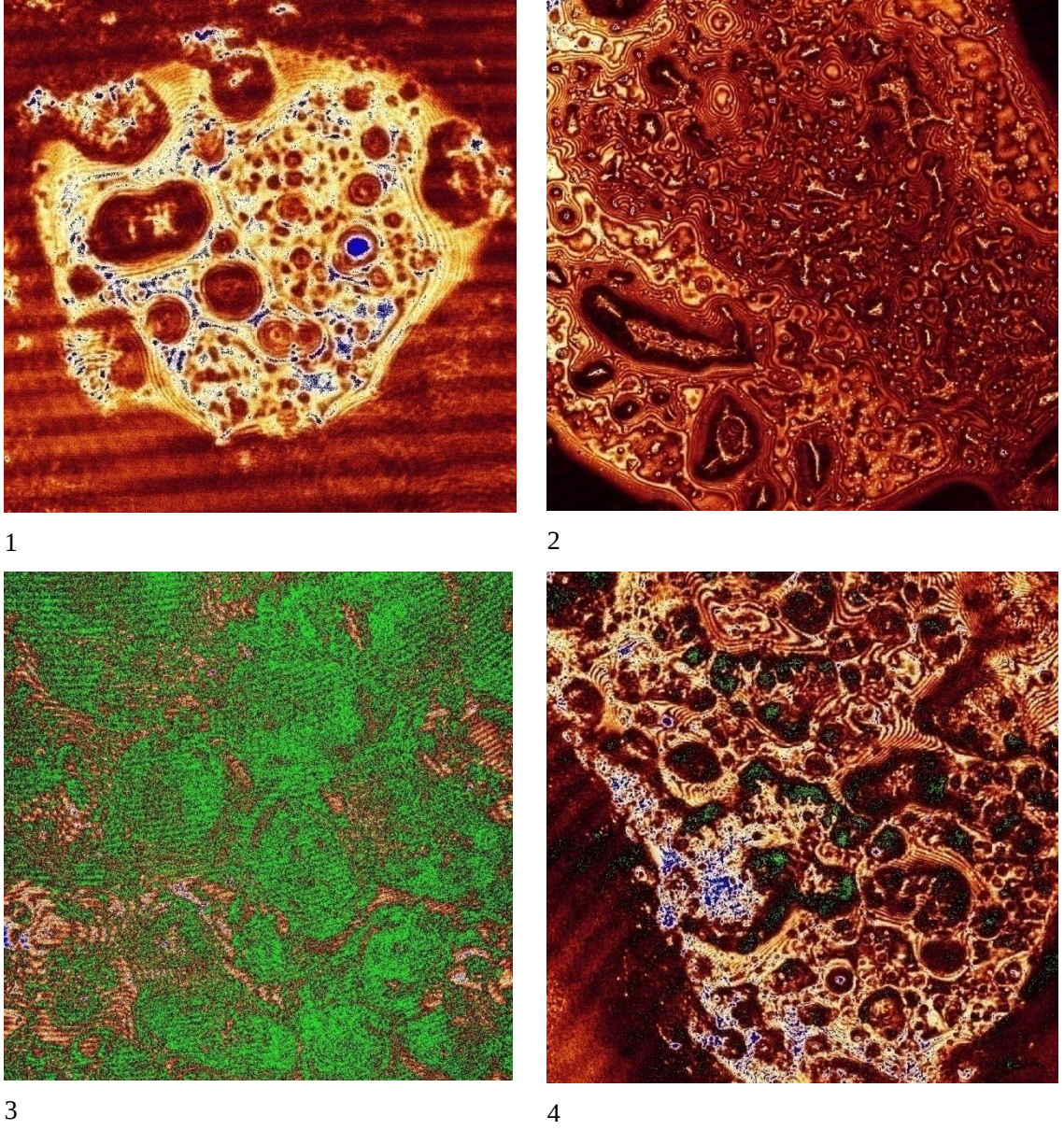
Hassan *et al.* (2002b), *S. thermophilus*'un EPS üreten suşuyla ürettiği Feta peynirinde Concanavalin A ile boyadığı EPS'leri KLTM tekniği ile görüntülemiştir. Görüntülerde protein matriksi içerisinde EPS dağılımı net olarak gözlenmiştir (Şekil 2.2). Aynı araştırmacılar yaptığı bir diğer çalışmada, KLTM ile EPS üreten kültürler kullanarak yaptıkları yağsız ve yağlı Feta peynirlerinin mikroyapısını incelemiştir. Örneklerdeki yağ spesifik olarak, peynir altı suyu ile sulandırılan Nil kırmızısı ile boyanmış ve yağ globüllerin dağılımı gözlenmiştir. Yağlı olmayan peynirler daha sıkı bir yapı gösterirken, EPS oluşturan kültürlerle yapılan yağsız peynirde daha gevşek bir yapı gözlemlenmiştir (Hassan *et al.* 2002a) (Şekil 2.1).

Bu çalışmada elde edilen görüntülere benzer görüntüler Auty *et al.* (1999), Hassan *et al* (2002b) ve Zisu and Shah (2006) tarafından da elde edilmiştir.



Şekil 4.23. Kültür ilavesiz ve ticari kültürle üretilen yağsız ve yağlı Beyaz peynirlerden elde edilen konfokal mikroskop görüntüleri

1: yağsız sütle kültür ilavesiz elde edilen peynir örneği (A1), 2: yağlı sütle kültür ilavesiz yapılan peynir örneği (A2), 3: yağsız süt ve ticari kültürle üretilen peynir örneği (B1), 4: yağlı süt ve ticari kültürle yapılan peynir örneği (B2)



Şekil 4.24. EPS üreten kültür ve EPS+ticari kültürle yağlı ve yağsız beyaz peynirlerden elde edilen konfokal mikroskop görüntüleri

1: yağsız süt ve ticari peynir kültürü ile üretilen peynir örneği (C1), 2: yağlı süt ve ticari+ EPS üreten kültürle üretilen peynir örneği (C2), 3: Yağsız süt ve EPS üreten kültürle üretilen peynir örneği (D1), 4: yağlı süt ve EPS üreten kültürle yapılan peynir örneği (D2).

4.3.7. Peynir örneklerinin duyuşsal analiz sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde, özellikle EPS üreten kültürlerin kullanımının, üretilen Beyaz peynir örneklerinin duyuşsal nitelikleri üzerine etkileri ve bu etkilerin olgunlaşma

süresince nasıl değiştiği incelenmiştir. Bu amaçla, Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşan sekiz kişilik bir grup önce konuyla ilgili eğitilmiş ve sonra duyusal değerlendirmeler yaptırılmıştır.

4.3.7.a. Görünüş

Olgunlaşma süresince peynir örneklerinde belirlenen görünüş puanları Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin görünüş puanları (En yüksek puan 5)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	4,15 ^a ±0,04	4,45±0,07	3,67 ^a ±0,09	4,08 ^b ±0,06	3,67 ^b ±0,04	ns
	B1	4,85 ^c ±0,08	4,38±0,31	3,68 ^a ±0,04	3,39 ^a ±0,16	3,55 ^b ±0,04	ns
	C1	4,88 ^c ±0,04	4,67±0,21	3,85 ^a ±0,08	4,27 ^b ±0,04	4,16 ^c ±0,08	ns
	D1	4,47 ^{ab} ±0,04	4,21±0,04	3,60 ^a ±0,013	3,30 ^a ±0,08	3,56 ^c ±0,10	ns
Yağlı	A2	4,67 ^{bc} ±0,32	4,26±0,08	4,76 ^b ±0,06	4,09 ^b ±0,06	4,31 ^c ±0,04	ns
	B2	4,21 ^a ±0,09	4,11±0,04	3,53 ^a ±0,01	3,14 ^a ±0,06	2,29 ^a ±0,27	ns
	C2	4,87 ^c ±0,04	4,65±0,16	4,64 ^b ±0,11	4,50 ^c ±0,14	4,46 ^c ±0,13	ns
	D2	4,86 ^c ±0,11	4,59±0,13	4,66 ^b ±0,08	4,67 ^c ±0,04	4,52 ^b ±0,04	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	ns	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

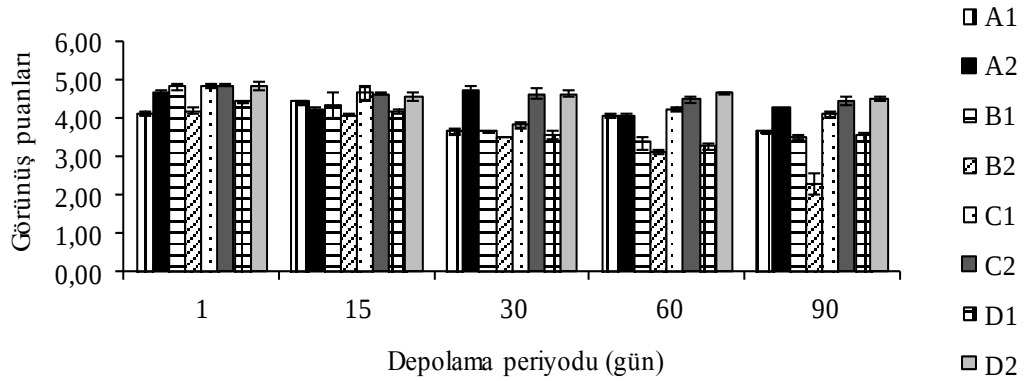
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

^{a, b, c} aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Görünüş bakımından, ilk günde yağsız peynirler 4,15 ile 4,88 ve yağlı peynirler 4,21 ile 4,87 arasında puan almıştır. Olgunlaşma boyunca, görünüş puanları düşüş göstermiş ve 90. günde en düşük puanı 2,29 ile B2 örneği, en yüksek puanı ise 3,67 ile A1 örneği almıştır (Şekil 4.23). Ekzopolisakkarit üreten kültürlerle üretilen yağlı peynir örnekleri ticari kültürle elde edilenlere göre daha yüksek görünüş puanlarına sahip olmuşlardır ($p>0,05$).



Şekil 4.25. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin görünüş puanları

B2 örneğinde görülen düşüşün kültürden kaynaklandığı düşünülmektedir. Peynirlerde görünüş puanı açısından olgunlaşma süresi sonunda tüm örneklerde düşüş olduğu görülmüştür. Şanlı (2006) ve Mehenktaş (2006) da yaptıkları çalışmalarda bu çalışmaya benzer sonuçlar bulmuşlardır.

4.3.7.b. Doku

Depolama süresince peynir örneklerinde elde edilen doku puanları Çizelge 4.34’de özetlenmiştir. Olgunlaşma süresince doku puanları, yağsız peynirlerde 3,26 ile 4,86 ve yağlı peynirlerde 4,44 ile 4,93 arasında değişim göstermiştir. Depolama boyunca doku değerleri düşüş göstermiş ve 90. günde yağsız peynirlerde 2,60 ile 4,33 ve yağlı peynirlerde 1,85 ile 4,30 değerlerini almıştır. En düşük doku puanını 1,85 ile B2 örneği, en yüksek puanı ise 4,33 ile C1 ($p<0,01$) örneği almıştır (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.26).

Çizelge 4.34. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin doku puanları (En yüksek puan 5)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,26 ^a ±0,23	3,45 ^a ±0,07	2,64 ^a ±0,23	2,78 ^a ±0,09	2,60 ^b ±0,08	ns
	B1	4,15 ^b ±0,13	4,34 ^{bc} ±0,06	4,23 ^b ±0,06	4,11 ^c ±0,09	3,94 ^b ±0,05	ns
	C1	4,86 ^{cd} ±0,03	4,79 ^d ±0,10	4,61 ^c ±0,13	4,47 ^d ±0,08	4,33 ^d ±0,12	ns
	D1	4,65 ^{cd} ±0,08	4,61 ^{cd} ±0,04	4,63 ^c ±0,11	4,19 ^c ±0,05	3,59 ^c ±0,18	ns
Yağlı	A2	4,44 ^{bc} ±0,11	4,58 ^{cd} ±0,04	4,47 ^c ±0,04	4,12 ^c ±0,06	4,30 ^d ±0,03	ns
	B2	4,46 ^{bcA} ±0,06	3,55 ^{ab} ±0,04	2,88 ^{aC} ±0,04	2,70 ^{aC} ±0,0	1,85 ^{ab} ±0,05	p<0,05
	C2	4,78 ^{cd} ±0,03	4,28 ^b ±0,08	3,87 ^b ±0,09	3,49 ^b ±0,10	3,72 ^c ±0,12	ns
	D2	4,93 ^d ±0,04	4,56 ^{bc} ±0,11	4,65 ^c ±0,04	4,60 ^d ±0,03	4,26 ^d ±0,12	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0,05$) göstermektedir.

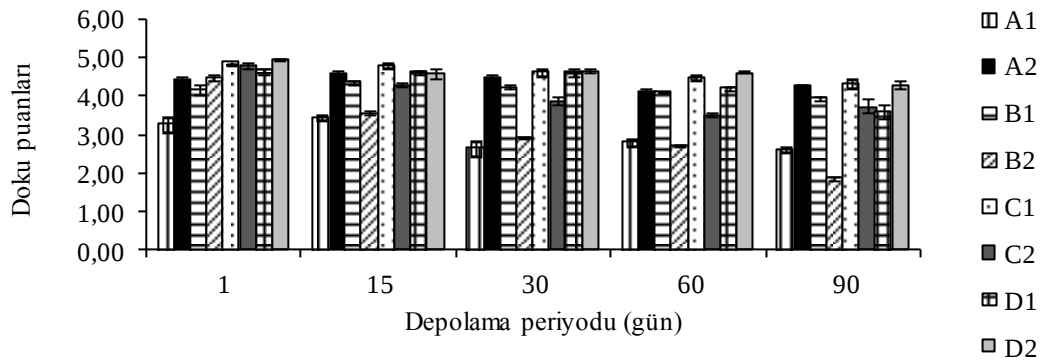
a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Diğer örneklerde olduğu gibi yağlı ve EPS üreten kültürlerle üretilen peynirlerin olgunlaşma boyunca büyük bir doku kaybına uğramadıkları görülmüştür. Mehenktaş (2006), iki farklı EPS üreten kültür çeşidiyle yaptığı yağlı azaltılmış peynir örneklerinde kültür çeşidine göre doku puanları açısından farklı sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.26. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin doku puanları

4.3.7.c. Lezzet

Yağsız ve yağlı sütün yapılan Beyaz peynirler için 1. gün lezzet puanları sırasıyla 3,47-3,55 ve 4,24-4,81 arasında değişirken, 90. gün bu değerler 2,12-4,23 ve 2,56-4,40 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.35). Olgunlaşmanın başında en yüksek puanı C2 örneği alırken, en düşük puanı A1 grubu peynir almıştır ($p<0.01$) (Şekil 4.27). 90. gün ise en yüksek puan D2 örneği, en düşük puanı A1 örneği almıştır ($p>0,01$).

Çizelge 4.35. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin lezzet puanları (En yüksek puan 5)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,47 ^a ±0,06	3,12 ^a ±0,12	2,89 ^a ±0,09	2,96 ^a ±0,08	2,12 ^a ±0,04	ns
	B1	3,53 ^a ±0,17	3,81 ^b ±0,13	3,38 ^a ±0,24	3,40 ^a ±0,27	3,46 ^b ±0,06	ns
	C1	3,50 ^a ±0,31	3,54 ^b ±0,11	3,84 ^b ±0,11	4,11 ^c ±0,09	4,23 ^c ±0,04	ns
	D1	3,55 ^a ±0,06	3,88 ^{bc} ±0,04	4,17 ^c ±0,11	4,24 ^c ±0,06	4,21 ^c ±0,15	ns
Yağlı	A2	4,24 ^b ±0,06	4,22 ^c ±0,06	3,59 ^{ab} ±0,19	3,80 ^{bc} ±0,13	3,85 ^{bc} ±0,04	ns
	B2	4,63 ^b ±0,15	4,48 ^c ±0,06	3,88 ^b ±0,11	3,25 ^a ±0,08	2,56 ^a ±0,21	ns
	C2	4,81 ^b ±0,13	4,46 ^c ±0,08	4,57 ^c ±0,45	4,27 ^c ±0,04	4,34 ^c ±0,23	ns
	D2	4,66 ^b ±0,08	4,22 ^c ±0,06	4,25 ^c ±0,07	4,12 ^c ±0,06	4,40 ^c ±0,05	ns
ÖD(Gruplara göre)		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	

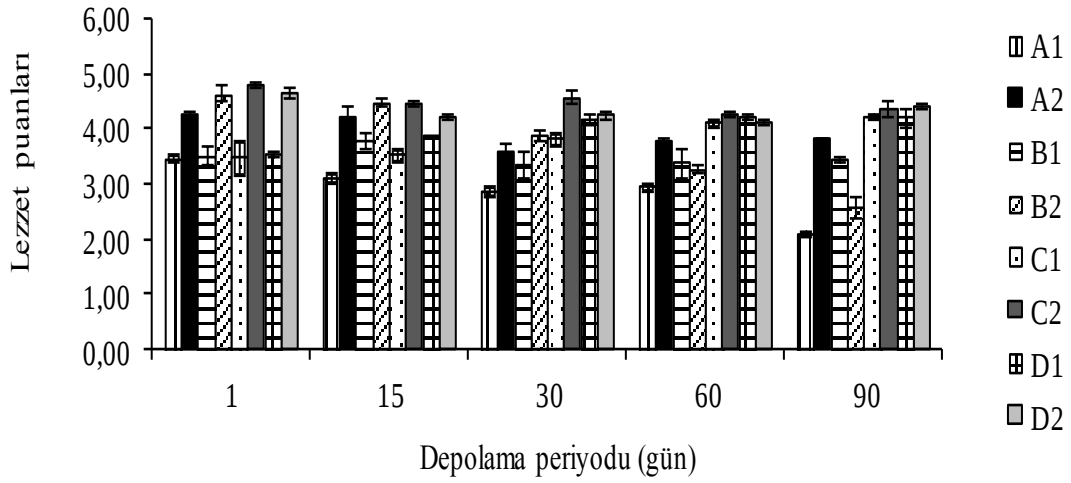
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir

Depolama süresince peynir gruplarının lezzet puanlarında düzensiz değişimler görülmüş ancak genel olarak tüm örneklerde puanlar olgunlaşma süresine bağlı olarak önemsiz bir şekilde düşmüştür ($p>0,05$). Buna rağmen, EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerin negatif ve pozitif kontrol örneklerinden daha fazla puan almaları dikkat çekici bulunmuştur.



Şekil 4.27. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin lezzet puanları

Ekzopolisakkarit üreten kültürle yapılan yağlı peynir örneği (D2), lezzet açısından yüksek puan alan peynirler arasında yer almıştır. Benzer sonuçlar Ahmed *et al.* (2005) ve Şanlı (2006) tarafından da bulunmuştur.

4.3.7.d. Genel kabuledilebilirlik

Deneme peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen genel kabuledilebilirlik puanları Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Olgunlaşmanın birinci gününde genel kabuledilebilirlik puanları, yağsız peynirlerde 3,62 ile 4,41 ve yağlı peynirlerde 4,45 ile 4,81 arasında değişim göstermiştir. En yüksek puanı 4,81 ile C2 örneği alırken, en düşük puanı ise 3,62 ile A1 örneği almıştır ($p<0,01$) (Şekil 4.28). Depolama süresinin sonunda, en yüksek genel kabuledilebilirlik puanını 4,39 ile D2 örneği, en düşük puanı ise 2,23 ile B2 örneği almış ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Depolama süresince genel kabuledilebilirlik puanları düzensiz değişimler göstermekle birlikte tüm peynir örneklerinin puanlarında düşüş olduğu görülmüştür. Ancak bu düşüş sadece B2 grubunda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ekzopolisakkarit üreten kültürle üretilen peynirler genel kabul edilebilirlik puanlarına göre değerlendirildiğinde; negatif ve pozitif kontrol gruplarına göre en fazla beğenilen peynirler olmuşlardır.

Oluk vd (2014), EPS üreten kültürlerle üretilen Tulum peynirlerinde duyuşsal özellikleri inceledikleri araştırmalarında, tam yağlı ve EPS üreten kültürle ürettikleri peynirlerin panelistlerce en çok beğenilen peynirler olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.36. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanları (En yüksek puan 5)

Peynir grupları		Depolama süresi					ÖD(Depolama süresi)
		1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	
Yağsız	A1	3,62 ^a ±0,06	3,67 ^a ±0,04	3,06 ^a ±0,08	3,27 ^b ±0,02	2,79 ^b ±0,05	ns
	B1	4,17 ^b ±0,01	4,17 ^c ±0,16	3,76 ^c ±0,07	3,63 ^c ±0,04	3,65 ^c ±0,03	ns
	C1	4,41 ^{bc} ±0,10	4,33 ^{bc} ±0,07	4,10 ^d ±0,06	4,28 ^t ±0,02	4,24 ^d ±0,03	ns
	D1	4,22 ^{bc} ±0,02	4,23 ^{bc} ±0,01	4,13 ^d ±0,02	3,89 ^d ±0,04	3,79 ^c ±0,04	ns
Yağlı	A2	4,45 ^c ±0,04	4,35 ^{bc} ±0,03	4,29 ^e ±0,06	4,00 ^e ±0,00	4,15 ^d ±0,01	ns
	B2	4,45 ^{cA} ±0,04	4,04 ^{bb} ±0,01	3,43 ^{bc} ±0,06	3,03 ^{aC} ±0,04	2,23 ^{aC} ±0,18	P<0,05
	C2	4,81 ^d ±0,02	4,46 ^c ±0,11	4,36 ^e ±0,16	4,08 ^e ±0,02	4,09 ^d ±0,04	ns
	D2	4,79 ^d ±0,11	4,45 ^c ±0,10	4,51 ^e ±0,02	4,46 ^g ±0,01	4,39 ^e ±0,04	ns
ÖD(Gruplara göre)		P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	

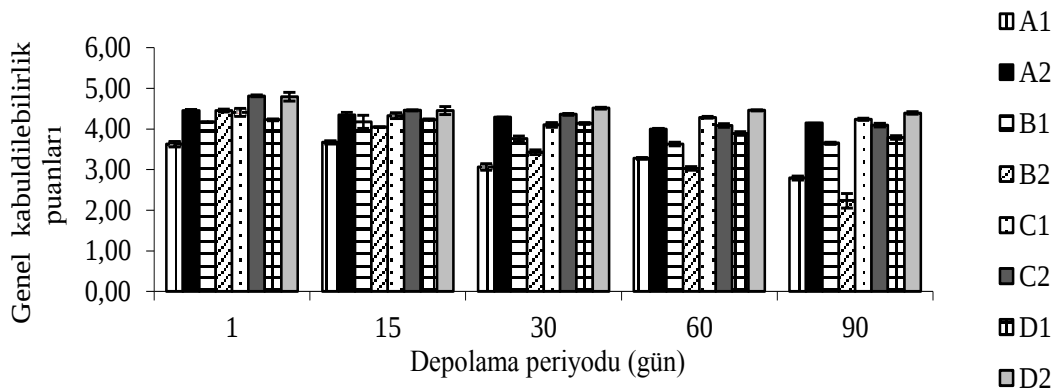
ns: satır ve sütunlardaki istatistiki farkın önemli olmadığını ($p > 0, 05$) göstermektedir.

a, b, c, aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

A, B, C, ..., aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

ÖD: Önem Düzeyi

Kısaltmalar: A1: Yağsız sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; A2: Yağlı sütle kültür ilave edilmeden yapılan peynir; B1: Yağsız sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; B2: Yağlı sütle peynir kültürü kullanılarak yapılan peynir; C1: Yağsız sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; C2: Yağlı sütle peynir kültürü ve EPS üreten kültürün kombinasyonu ile yapılan peynir; D1: Yağsız sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir; D2: Yağlı sütle yalnızca EPS üreten kültür kullanılarak yapılan peynir



Şekil 4.28. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanları

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

EPS üreten kültürlerin yağlı ve yağsız Beyaz peynir üretiminde kullanılma olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada; yağlı ve yağsız inek sütünden farklı kültürlerle 2 tekerrürlü olarak üretilen Beyaz peynirler olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde mikrobiyolojik, fizikokimyasal, kimyasal, tekstürel, aroma, mikroyapı ve duyuşsal özellikler bakımından analiz edilmişlerdir.

Yağlı ve yağsız süttten, EPS üreten kültürlerle yapılan Beyaz peynir denemelerinde randıman, EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerde kültür ilave edilmeden yapılan negatif ve ticari kültür ilave edilerek üretilen pozitif kontrol örneklerine göre istatistiki olarak önemsiz düzeyde yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). Kullanılan starter kültürleri oluşturan streptokok ve laktokok sayıları, olgunlaşma süresince bazı örneklerde sayısal olarak önemli düzeyde düşmüştür ($p<0,01$).

Depolama süresince pH değerleri, tüm örneklerde istatistiki olarak önemsiz olmak üzere düşmüştür ($p>0,05$). Titrasyon asitliği ise olgunlaşma boyunca, tüm örneklerde genel olarak artmıştır ($p>0,05$).

Kurumadde miktarları, 90 günlük olgunlaştırma sonunda, yağlı süt ve ticari kültürle üretilen peynir örneği ile yağsız süt ve sadece EPS üreten kültürle elde edilen peynir örnekleri hariç, diğer tüm peynirlerde önemsiz düzeyde azalmıştır ($p>0,05$).

Yağ miktarları, yağlı sütle yapılan peynirlerde önemli düzeyde yüksek ($p<0,01$), yağsız sütle yapılanlarda ise düşük bulunmuştur. Ancak olgunlaşma süreci içerisinde her bir grupta yağ içeriği önemli düzeyde değişmemiştir ($p>0,05$).

Yağsız peynir kitlesindeki su oranı, yağsız ve yağlı peynirlerde önemli derecede farklılık göstermiş ($p<0,01$), ancak olgunlaşma süresine göre önemsiz düzeyde bir yükselme görülmüştür ($p>0,05$).

Tüm örneklerde tuz miktarı, depolamanın her döneminde gruplara göre önemli düzeyde değişiklik gösterirken ($p<0,01$), depolama süresince yağsız süt ve ticari kültür+ EPS üreten kültürle yapılan peynir örneği hariç ($p>0,05$), önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0,05$).

Yağsız sütle yapılan peynir örneklerindeki kül miktarları, yağlı süttten yapılanlara göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Peynir örneklerinin zaman içerisinde kül miktarlarında önemli bir farklılık olmamıştır ($p>0,05$). EPS üreten kültürlerle yapılan peynir örneklerinde kül miktarı EPS üretmeyenlere göre daha düşük bulunmuştur.

Olgunlaşma süresince tüm peynir örneklerinde toplam azot miktarlarında düşme görülmüştür. Toplam azot miktarları EPS üreten kültürle elde edilen peynirlerde diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Protein içerikleri ise 90 günlük süreçte genel olarak önemsiz düzeyde azalma göstermiştir. Örnekler arasında karşılaştırma yapıldığında, EPS üreten kültür kullanılan peynirlerin protein içeriklerinin, kontrol örneklerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Olgunlaşma sürecinde tüm peynir örneklerinde, gerçekleşen proteolize bağlı olarak, SÇA miktarı ve Oİ'nde artış olmuştur. Ticari kültür ve EPS üreten kültürlerle yapılan peynirler arasında önemli bir fark görülmezken, kültür ilavesiz şekilde üretilen peynirlerde iki parametre de önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). TÇA miktarı ve TÇA'ye göre Oİ, suda çözünen azot miktarına paralel bir seyir göstermiştir.

Aroma bileşenlerindeki değişim bakımından yapılan inceleme sonunda 7 asit, 2 ester, 10 aldehit, 14 keton, 11 terpen, 14 alkol, 2 sülfürlü bileşik ve 17 diğer bileşikler olmak üzere toplam 77 aroma bileşiği tespit edilmiştir. Peynirde bazı karakteristik aroma bileşenlerinin değişik oranlarda ve çoğu grupta mevcut olduğu görülmüştür. Bunlardan başlıcaları; heptanon, etil alkol, etil asetat, nonanon, oktanol, limonene, cymene, heptan, izobütirik asit, bütirik asit, valerik asit, 2-pentanon, aseton, bütandiol, asetaldehit, heptanal, diasetil ve asetoin gibi aroma bileşenleridir. Peynir örnekleri, olgunlaşma süresince aroma bileşenlerinin değişimi ve oranları bakımından düzensiz değişimler sergilemişlerdir ($p<0,05$). EPS üreten kültürlerin süt ve süt ürünlerinde kullanım

olanaklarının incelendiği araştırmalarda özellikle az yağlı ürünlerde EPS'nin ürünün tekstürel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi incelenmiş, ancak aroma profili çalışmalarına ağırlık verilmemiştir. Bu çalışmada EPS üreten kültürlerin aroma bileşimine katkısı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ise, uçucu bileşiklerin olgunlaşma süresi ve starter kültürden etkilendiği; ancak özellikle EPS üreten kültürün aroma bileşiği profilinde önemli bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Yapılan tekstür profil analiz sonuçlarına göre, yalnız A1 grubunda, depolama sürecinde sertlik önemli düzeyde yükselirken ($p<0,05$), diğer örneklerde önemsiz düşüşler meydana gelmiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte, EPS üreten kültürle yapılan peynirlerde olgunlaşma sırasında yumuşama önemsiz düzeyde belirgin olmuştur ($p>0,05$). Elastikiyet açısından örneklerde olgunlaşma süresince önemli düzeyde bir değişim olmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca belirli günlerde örnekler arasında da farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Peynir örneklerinin sakızimsılık değerleri tüm örneklerde olgunlaşma süresince düşmüştür. Fakat A2, B2, C1 ve C2 gruplarında meydana gelen düşüş önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma süresince çiğnenebilirlik değerleri, tüm gruplarda genel olarak düşmüştür. Ancak A1 ($p>0,05$) ve A2 ($p<0,05$) örneklerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte EPS üreten kültürlerle elde edilen örneklerin tamamında düşüş gözlenirken, bu düşüş C1 ve C2 gruplarında önemli düzeyde olmuştur ($p<0,05$). Peynir örneklerinin iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde, depolama boyunca düzensiz değişimlerin olduğu gözlenmiştir. EPS üreten kültür içeren örneklerde düşüş meydana gelirken, EPS içermeyen gruplardan A1 ve A2'da önemsiz düzeyde artış gözlenmiştir ($p>0,05$). Dış yapışkanlıkta da olgunlaşma süresince düzensiz değişimler tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinde yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda, görünüş olarak en yüksek puanı 1. günde C1, en düşük puanı ise A1 örneği almıştır. Olgunlaşmanın 90. gününde ise en yüksek puanı D2 örneği alırken en düşük puanı B2 örneğinin aldığı, ancak farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$). Doku parametreleri için yapılan duyusal analiz değerlendirmesinde 1. günde en yüksek puanı D2 örneği alırken, en düşük puanı yine A1 örneği almış, ancak fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Bununla

birlikte olgunlaşma sonunda en düşük puanı B2 örneğinin ($p<0,05$), en yüksek puanı ise C1 örneğinin aldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada alınan sonuçlara göre duysal olarak EPS üreten kültürlerle yapılan peynirlerde dokusal niteliklerde bir azalma beklenirken; elde edilen üründe şaşırtıcı bir şekilde, önemli düzeyde dokusal bir deformasyon oluşmamıştır. Lezzet için yapılan duysal analiz sonucunda ise dokusal deformasyonun olmamasını destekler nitelikte EPS'li kültürlerle yapılan peynirlerde olgunlaşma sonunda rakamsal olarak en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Genel kabuledilebilirlik açısından, olgunlaşma sonunda elde edilen verilerin EPS'li peynirlerde diğerlerine oranla rakamsal bir üstünlüğün söz konusu olması dikkat çekici bulunmuştur.

Negatif ve pozitif kontrol gruplarına karşı deneme gruplarında EPS üreten kültürlerin kullanılması peynirin kimyasal, tekstürel, aromatik ve duysal özellikleri üzerinde etkili olmuştur. EPS'nin peynirin mikro yapısı içerisindeki varlığını ve protein matriksi içerisindeki dağılımını görmek amacıyla KLTM uygulanmıştır. Gıda uygulamaları için daha önce yapılan mikroskopi tekniklerinin dezavantajlarını azaltarak, özellikle suyun bulunduğu ortamlarda komponentlerin ve matrikslerin orijinal şekilleriyle görüntülenmesini sağlayan bu tekniğin kullanımına ülkemizde gıda uygulamalarında rastlanmamıştır. Böylece, KLTM ile yapılan benzer sınırlı sayıdaki uluslararası çalışmaya destek sağlanmıştır.

Literatürde, EPS üreten kültürlerin süt ürünlerinde kullanımıyla ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle, EPS'nin su tutma kapasitesi baz alınarak, az yağlı ürünlerde yapıyı ve duysal özellikleri düzenlemek üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak EPS'nin sağlığa olan katkıları ve EPS üreten kültürlerin aynı zamanda yapıyı düzeltici etkileri dikkate alındığında sadece az yağlı ürünlerde değil yağlı ürünlerde de kullanılabilirliğinin araştırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, peynir üretiminde kullanılan, asitlik ve aroma gelişimini sağlayan ticari starter kültürlerle birlikte destek kültür olarak EPS üreten starter ilavesinin, yağsız peynirlerin yanında yağlı peynirlerin de kompozisyonu, tekstürü, aroması, mikroyapısı ve duysal nitelikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda; EPS'nin hem yağsız hem de yağlı Beyaz peynirlerde tekstür ve duyusal özellikler üzerinde olumlu etkisinin olduğu ortaya konulmuştur. Böylece, sağlık üzerinde terapötik etkileri bulunan EPS'nin yağlı Beyaz peynirde de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Agrawal, P., 2006. Improving Texture and Flavor of Reduced-fat Cheddar Cheese Using an Exopolysaccharide Producing Culture and Ultrafiltration. MS Thesis. South Dakota State University, Specialization in Dairy Science, USA.
- Ahmed, N.H., El Soda, M., Hassan, A.N., Frank, J., 2005. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. Food Sci. Technol., 38, 843–847.
- Akalın, S., 2011. Peynirin Beslenme ve Sağlık Etkisi (16. Bölüm: 459-488). İçinde: Peynir Biliminin Temelleri (Editörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer), ISBN: 978-605-87976-1-1, SİDAS Medya Ltd. Şti., İzmir, 643s.
- Akbulut, N., Gönç, S., Kınık, O. Uysal, H.R., Akalin, S., Kavas, G., 1996. Bazı tuzlama yöntemlerinin beyaz peynir üretiminde uygulanabilirliği ve peynir kalitesi üzerinde araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33 (1), 17-24
- Altun, M., Orak, H., 2002. Kaşar peynirinin uçucu aroma bileşikleri. Poster Bildiri (BK-P47), XVI. Ulusal Kimya Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. s. 459, Konya.
- Anonim, 2000. Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Resmi Gazete, 14.02.2000, Sayı: 23964, Sayfa, 27-37, Ankara
- Anonim, 2006. TS 591 Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 9s.
- Atasoy, F., 2004. Farklı Sütlerden Yapılan Urfa Peynirinin Nitelikleri Üzerine Değişik Pastörizasyon Normlarının ve Starter Kültürlerin Etkileri. Y. Lisans Tezi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Süt Teknolojisi A.B.D., Ankara.
- Auty, M.A.E., Fenelon, M.A., Guinee, T.P., Mullins, C., Mulvihill, D.M., 1999. Dynamic confocal scanning laser microscopy methods for studying milk protein gelation and cheese melting. Scannig, 21, 299-304.
- Awad, S., 2006. Texture and flavour development in ras cheese made from raw and pasteurised milk. Food Chem., 97, 394-400
- Ayala-Hernandez, I., Hassan, A.N., Goff, H.D., Corredig, M. 2009. Effect of protein supplementation on the rheological characteristics of milk permeates fermented with exopolysaccharide-Producing *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Food Hydrocolloids, 23, 1299–1304.
- Bhaskaracharya, R.K., Shah, N.P., 2001. Texture and microstructure of Mozzarella. Dairy Industries International, 66(2), 42–53.
- Broadbent, J.R., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Welker, D.L. 2001. Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve functionality of low fat cheese. Int. Dairy J., 11, 433–439.
- Bryant, A., Ustunol, Z., Steffe, J., 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. J. Food Sci., 60, 1216–1219.
- Cerning, J., Bouillanne, C., Desmazeaud, M.J., Landon, M., 1992. Isolation and characterization of exopolysaccharides from slime-forming mesophilic lactic acid bacteria. J. Dairy Sci. 75, 692–699.
- Cerning, J., 1995. Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy propionibacteria. Lait, 75, 463-472.

- Costa, N.E., Hannon, J.A., Auty, M.A.E., McSweeney, P.L.H., Beresford, T.P., 2010. Effect of exopolysaccharide produced by isogenic strains of *Lactococcus lactis* on half-fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 93 (8), 3469-3486.
- Coşkun, H., 2000. Peynirlerin olgunlaşmasında starterlerin rolü. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Mayıs 2000 Tekirdağ.
- Curioni, P.M.G., Bosset, J.O., 2002. Key odorants various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *Int. Dairy J.*, 12, 959-884.
- Çakmakçı, S., Şengül, M., 1995. Peynirde acı tat oluşumu, etki eden faktörler ve kontrolü. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 26(3), 385-398.
- Çakmakçı, S., 1996. Peynir lezzeti ve oluşumu- I. Gıda, 21(4), 261-268.
- Çakmakçı, S., 2008. Peynirde olgunlaşma. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 761-762, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Çakmakçı, S., 2011. Türkiye Peynirleri (19. Bölüm: 585-614). İçinde: Peynir Biliminin Temelleri. (Edidörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer), ISBN: 978-605-87976-1-1, SİDAS Medya Ltd. Şti., İzmir, 643s.
- Çakmakçı, S., Gündoğdu, E., Hayaloğlu, A.A., Dağdemir, E., Gürses, M., Çetin, B., Tahmas- Kahyaoğlu, D., 2012. Chemical and microbiological status and volatile profiles of mouldy Civil cheese, a Turkish mouldy- ripened variety. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 47 (11), 2405-2412.
- Çelik, Ş., Bakırcı, İ., Özdemir, S. 2005. Effect of high heat treatment of milk and brine concentration on the quality of Turkish white cheese. *Milchwissenschaft*, 60, 147-151.
- Çelik, Ş. Uysal, Ş., 2009. Beyaz peynirin bileşim, kalite, mikroflora ve olgunlaşması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(1), 141-151.
- Dabour, N., Kheadr, E., Benhamou, N., Fliss, I., Lapointe, G., 2006. Improvement of texture and structure of reduced-fat cheddar cheese by exopolysaccharide-producing lactococci. *J. Dairy Sci.*, 89 (1), 95-110.
- Dağdemir, E., 2001. Salamura Beyaz Peynir Üretiminde Farklı Starter Kültür Kullanımının Peynir Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üni., Fen Bil. Enst., Gıda Mühendisliği A.B.D., 73s, Erzurum
- Dağdemir, E., Çelik, Ş., Özdemir, S., 2003. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White cheese. *Int. J. Dairy Technol.*, 56(4), 215-218.
- Degeest, B., De Vuyst, L., 2000. Corelation of activities of the enzymes α -phosphoglucosylase, UDP-Galactose-4-Epimerase and UDP-Glucose pyrophosphorylase with exopolysaccharides biosynthesis by *Streptococcus thermophilus* LY03. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66, 3519-3527.
- Delgado, J.F., Crespo, G.J., Cava, R., Ramirez, R., 2011. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation. *Food Chem.*, 129, 1156-1163.
- de Man, J.C., Rogosa, M., Sharpe, M.E., 1960. Medium for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.*, 23, 130-138.
- DPT, 2001. Gıda Sanayi Özel ihtisas Komisyonu Raporu. Süt ve Süt Ürünleri Alt Komisyonu Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. DPT: 2636 ÖİK 644, Ankara, 75s.
- Drake, M.A., Swanson, B.G. 1995. Reduced and low fat cheese technology: A Review. *Trends Food Sci. Technol.*, 6, 366-368.

- Duboc, P., Mollet B., 2001. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *Int. Dairy J.*, 11, 759- 768.
- Erdem Y.K., 2005. Effect of ultrafiltration, fat reduction and salting on textural properties of white brined cheese. *J. Food Eng.*, 71, 366-372.
- Ertekin, B., Okur, Ö.D. Güzel-Seydim, Z., 2009. Peynirde amino asit katabolizması ile lezzet bileşenlerinin oluşumu. *Gıda*, 34(1), 43-50.
- FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations, available at: <http://www.fao.org> (Erişim:14.03.2013).
- Folkenberg, D. M., Dejmak, P., Skriver, A., Guldager, H. S. and Ipsen, R., 2005. Sensory and rheological screening of exopolysaccharide producing strain of bacterial yoghurt cultures. *Int. Dairy J.*, 46, 279–284.
- Fox, P.F., Singh T.K., Mcsweeney, P.L.H., 1995. Biogenesis of flavour compounds. In *Chemistry of Structure/Function Relationships in Cheese*. Eds., Malin, E.L. and Tunick, M.H., Plenum Press, NewYork, USA, p, 59-97.
- Fox, P.F., Mcsweeney, P.L.H., 1995. Chemistry and biochemistry and control of cheese flavour. In. 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp. 135-159, Fermoy Co., Cork.
- Fox, P.F., O'Connor, T.P., McSweeney, P.L.H., 1996. Cheese: physical, biochemical, and nutritional aspects, *Adv. Food Nutr. Res.*, 39, 163-328.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Lynch, C.M., 1998. Significance of non-starter Lactic acid bacteria in Cheddar cheese, *Aust. J. Dairy Technol.*, 53, 83-89.
- Gider, K., 2006. Beyaz Peynirde Tuz Geçişini Etkileyen Bazı Faktörlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., Konya.
- Girard, M., Schaffer-Lequart, C., 2007. Gelation and resistance to shearing of fermented milk: Role of Exopolysaccharides. *Int. Dairy J.*, 17, 666–673.
- Göncüoğlu, M., Bilir Ormancı, F.S., Kasımoğlu, A.D., 2009. Beyaz peynir üretiminde *Enterococcus faecium*'un starter kültür olarak kullanılması. *Ankara Üniv. Veteriner Fak. Derg.*, 56, 249-254.
- Grattepanche, F., Audet, P., Lacroix, C., 2007. Milk fermentation by functional mixed culture producing nisin Z and exopolysaccharides in fresh cheese model. *Int. Dairy J.*, 17, 123-132
- Guldfeldt, L.U., Sorensen, K.I., Behrndt, H., Williams, D., Johansen, E., 2001. Effect of starter cultures with a genetically modified peptidolytic or lytic system on Cheddar cheese ripening. *Int. Dairy J.*, 11(4-7), 373-382.
- Guzman, J.J., Flores-Najera, A., Cruz-Guerro, A., Garcia-Garibay, M., 2009. Use of an exopolysaccharide- producing strain of *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of Mexican Panela cheese. *LWT.*, 42, 1508-1512.
- Güleryüz, S., 2009. Carra Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniv. Fen Bil. Ens. Gıda Müh. A.B.D., Antakya/Hatay.
- Gündoğdu, E., 2012. Yoğurttan ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Aroma Profili ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Kültür Kullanımının ve Muhafaza Süresinin Etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., Erzurum.
- Gürbüz, O., Rouseff, R., Rouseff, J., 2006. Comparison of aroma volatiles in commercial merlot and cabernet Sauvignon wines using gas chromatography-olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 54, 3990-3996.

- Hassan, A.N., Frank, J.F., Farmer, M.A., Schmidt, K. A., Shalabi, S. I., 1995. Formation of yogurt microstructure and three-dimensional visualization as determined by confocal scanning laser microscopy. *J. Dairy Sci.*, 78 (12), 2629–2636.
- Hassan, A.N., Frank, J.F., Schmidt, K.A., Shalabi, S.I., 1996. Textural properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. *J. Dairy Sci.*, 79, 2098–2103.
- Hassan, A.N., Frank, J.F., Shalabi, S.I., 2001. Factor affecting capsule size and production by lactic acid bacteria used as dairy starter cultures. *Int. Dairy J.*, 64, 199–203.
- Hassan, A.N., Frank, J.F., Corredig, M., 2002a. Microstructure of Feta cheese made using different cultures as determined by confocal scanning laser microscopy. *J. Food Sci.*, 67, 2750–2753.
- Hassan, A.N., Joseph, F., Karsten, B.Q., 2002b. Direct observation of bacterial exopolysaccharides in dairy products using confocal scanning laser microscopy. *J. Dairy Sci.*, 85, 1705-1708.
- Hassan, A.N., Frank, J.F., El Soda, M., 2003. Observation of bacterial exopolysaccharide in dairy products using cryo-scanning electron microscopy. *Int. Dairy J.*, 13, 755–762.
- Hassan, A.N., Corredig, M., Frank, J.F., Elsoda, A., 2004. Microstructure and reology of an acid-coagulated cheese (Karish) made with an exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strain and its exopolysaccharide non-producing genetic variant. *J. Dairy Res.*, 71(1), 116-120.
- Hassan, A.N., 2008. Possibilities and challenges of exopolysaccharide-producing lactic cultures in dairy foods. *J. Dairy Sci.*, 91, 1282-1298.
- Hayaloğlu, A.A., 2003. Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., 170 s., Adana,
- Hayaloğlu, A.A., Güven M., Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese ‘Beyaz Peynir’. *Int. Dairy J.*, 12, 635-648.
- Hayaloğlu, A.A., 2007. Comparisons of different single-strain starter cultures for their effects on ripening and grading of of Beyaz cheese. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42, 930-938.
- Hayaloğlu, A.A., Çakmakçı, S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C., McSweeney, P.L.H., 2007. Microbiology biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goats skin or plastic bags. *J. Dairy Sci.*, 90, 1102-1121.
- Hayaloğlu, A.A., Brechany, E.Y., Deegan, K.C., McSweeney, P.L.H., 2008. Characterization of the chemistry, biochemistry and volatile profile of Kuflu cheese, a mould-ripened variety. *Food Sci. Technol.*, 41, 1323-1334.
- Hayaloğlu, A.A., Özer, B., 2011. Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya Ltd. Şti, Yayın No: 013-1B, İzmir.
- Jolly, L., Sebastien, J.F., Duboc, P., Neeser, J.R., 2002. Exploring exopolysaccharides from lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82, 367-374.
- Kaminarides, S., Stamaou, P., Massaros, T., 2007. Changes of organics acids volatile aroma compounds and sensory characteristics of Hallomi cheese kept in brine. *Food Chem.*, 100 (1), 219-225.

- Karaca, O.B., 2007. Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D. Adana, 192 s.
- Karatop, T., 2010. Antep Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D. Hatay, 63 s.
- Kawther El, S., Fayza, M.A., Azzat, B., Khalek El, A., Osama, M.S., 2011. Production of high quality functional Labneh cheese using exopolysaccharides producing encapsulated *Lactobacillus bulgaricus*. J. Life Sci., 5, 123-132.
- Kayanush, J.A., 2004. Rapid method of cheese processing for microflora and microstructural studies by electron microscopy. J. Rapid Method Autom. Microbiol., 12, 199-206.
- Kılıç, S., Gönç, S., 1990. İzmir tulum peynirinin kimi özellikleri üzerine araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 27(3), 155-167
- Kılıç, S., Karagözlü, C., Akbulut, N., 2000. Ekzopolisakkarit üreten yoğurt bakterilerinin meyveli yoğurt yapımında kullanımı üzerinde bir çalışma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. (Ed. M. Demirci). 21-22 Mayıs 2000, Tekirdağ, 57-69s
- Kılıç, S., Vapur, U., 2003. Peynirde acılık problemi, etki eden faktörler ve kontrol altına alınması. Bilimsel Gıda Derg., No: 4, p. 35-37.
- Kılıç, S., 2008. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniv. Ziraat Fak Yayınları No: 542, İzmir.
- Kitasawa, H., Harata, T., Uemura, J., Saito, T., Kaneko, T., Itoh, T., 1998. Phosphate group requirement for mitogenic activation of lymphocytes by an extracellular phospho-polysaccharide from *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* RR. Int. J. Food Microbiol., 40, 169-175.
- Koçak, C., 1988. Peynirde tekstür oluşumu. Gıda, 13(1): 113-16.
- Koçak, C., Bitlis, A., Gürsel, A., Avsar, Y.K., 1996. Effect of added fungal lipase on the ripening of Kasar cheese. Milchwissenschaft 51, 1-17.
- Korakli, M., Ganzle, M.G., Vogel, R.F., 2002. Metabolism of bifidobacteria and lactic acid bacteria of polysaccharides from wheat and rye, and exopolysaccharides produced by *Lactobacillus sanfrancinsensis*. J. Appl. Microbiol., 92, 958-965.
- Korkmaz, A., 2005. Yağ İçeriği Ayarlanmış Sütlerden Ekzopolisakkarit Üreten Kültürlerle Üretilen Stirred Yoğurtların Bazı Özellikleri. Yüksek. Lisans Tezi. Harran Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D. Şanlıurfa, 62 s.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 1996. Süt ve Mamülleri Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniv. Yay. No: 252/d Ziraat Fak. Yay. No: 18, Erzurum
- Kuchroo, C.N., Fox, P.F., 1982. Fractionation of the water soluble nitrogen from cheddar cheese: chemical methods, Milchwissenschaft, 37: 651-653.
- Law, B.A. 1987. Proteolysis in relation to normal and accelerated cheese ripening, Elsevier Appl. Sci., 1, 365-392.
- Leroy, F., Vuyst, de L., 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends Food Sci. Technol., 15, 67-78.
- Looijesteijn, P. J., Trapet, L., de Vries, E., Abee, T., Hugenholtz, J., 2001. Physiological function of exopolysaccharides produced by *Lactococcus lactis*. Int. J. Food Microbiol., 64, 71- 80.

- Low, D., Ahlgren, J.A., Horne, D., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Broadbent, J.R. 1998. Role of *Streptococcus thermophilus* MR- 1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention. App. Environ. Microbiol., 64, 2147- 2151.
- Lynch, C.M., Mcsweeney P.L.H., Fox, P.F., Cogan, T.M., Drinada, F.D., 1996. Manufacture of Cheddar cheese with and without adjunct Lactobacilli under controlled microbiological conditions. Int. Dairy J., 6, 851-867.
- Lyne, N., 1995. Improving cheese flavour. In. 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp. 46-50, Fermoy Co., Cork.
- Machiels, D., Istasse, L., 2003. Evaluation of two commercial solid-phase microextraction fibres for the analysis of target aroma compounds in cooked beef meat. Talanta, 61, 529-537.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M. J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A Review. Lait, 80(3), 293-324
- Mehenktaş, C., 2006. Ekzopolisakkarit Üreten Starter Kültürlerin Yağı Azaltılmış Beyaz Peynirin Bazı Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D. İzmir, 155 s.
- Metin, M., 2010. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniv. Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları No: 94, İzmir.
- Milci, S., Yaygın, H., 2005. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler ve süt ürünlerindeki fonksiyonları. Gıda, 30(2), 123-129
- Mistry, V.V., Anderson, D.L., 1993. Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheese. Food Struct., 12, 259–266.
- Mistry, V.V., 2001. Low Fat Cheese Technology. Int. Dairy J., 11, 413–422.
- Moatso G, Massouras T, Kandarakis I, Anifantakis E. 2002. Evolution of proteolysis during the ripening of traditional Feta cheese. Lait, 87, 601–611.
- Molimard, P., Spinnler, H. E. 1996. Compound involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: origins and properties. J. Dairy Sci., 79; 169-184.
- Mozzi, F., De Giori, G.S., De Valdez, G.F., 1995. Influence of temperature on the production of exopolysaccharides by thermophilic lactic acid bacteria. Milchwissenschaft 50(2), 80-82.
- Moreira, M., Bevilacqua, A., Antoni, G.D., 2003. Manufacture of Quartirolo cheese using exopolysaccharide-producing starter cultures. Milchwissenschaft, 58 (5), 301-304.
- Nizamlioğlu, M., Keleş, A., Atasever, M., Kayaardı, S., Gürbüz, Ü., 1998. Beyaz peynir üretiminde pastörizasyon sıcaklığının kalite üzerine etkisi. Vet. Bil. Derg., 14 (2), 5-13.
- Oluk, A.C., Guven, M., Hayaloglu, A.A., 2014. Influence of exopolysaccharide-producing cultures on the volatile profile and sensory quality of low-fat Tulum cheese during ripening. Int. J. Dairy Technol., 67(2), 265-276.
- Öner, Z., Karahan, A.G., Aloglu, H., 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. Food Sci. Technol., 39, 449-454.
- Özer, B.H., Robinson, R.K., Grandison, A.S. 2003. Textural and microstructural properties of Urfa cheese (a white-brined Turkish cheese). Int. J. Dairy Technol., 56, 171–176.
- Öztek, L., 1985. Organik asitlerin önemi ve peynirin kalitesi üzerine etkileri. Gıda, 10 (4), 247-254.

- Öztek, L., 1991. Peynirde olgunlaşma ve buna etkili olan faktörler. II. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Her Yönüyle Peynir, 12–13 Haziran 1991, Tekirdağ.
- Parker, M.L., Gunning, P.A, Macedo, A.C., Malcata, F.X. and Brocklehurst, T.F., 1998. The microstructure and distribution of micro-organism within mature Serra cheese. J. Appl. Microbiol., 84, 523-530.
- Perry, D.B., McMahon, D.J., Oberg, C.J., 1997. Effect of exopolysaccharide- producing cultures on moisture retention in low fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 80, 799-805.
- Ricciardi, A., Parente, E., Crudele, M.A., Zanetti, F., Scolari, G., Manazzu, I., 2002. Exopolysaccharide production by *Streptococcus thermophilus* SY: production and preliminary characterization of the polymer. J. Appl. Microbiol., 92, 297–306.
- Ruas- Madiedo, P., Hugenholtz, J., Zoon, P., 2002. An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. Int. Dairy J., 12, 163- 171.
- Ruas-Madiedo, P., Alting, C. A., and Zoon, P., 2005. Effects of exopolysaccharides and proteolytic activity of *Lactobacillus lactis* ssp. *cremoris* strains on the viscosity and structure of fermented milks. Int. Dairy J., 15, 155–164.
- Salazar N., Prieto A., Leal J. A., Mayo B., Bada-Gancedo J.C., Gavilan C.G., Ruas-Madiedo P., 2009. Production of exopolysaccharides by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains of human origin, and metabolic activity of the producing bacteria in milk. J. Dairy Sci. 92, 4158-4168.
- Saldamlı, I., Kaytanlı, M., 1998. Utilization of fromase, maxiren and rennilase as alternative coagulating enzymes to rennet in Turkish White cheese production. Milchwissenschaft, 53 (1), 22-25.
- Semjonovs, P., Jasko, J., Auzina, L., Zikmanis, P., 2008. The use of exopolysaccharide-producing cultures of lactic acid bacteria to improve the functional value of fermented foods. J. Food Technol., 6 (2): 101-109.
- Sutherland, I.W., 2001. Biofilm exopolysaccharites: A strong and sticky framework. Microbiology, 147, 3-9.
- Steele, J.L., Ünlü, G., 1992. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development. Food Technol. 46, 128-135
- Şanlı, E.K., 2006. Pastörizasyon Sıcaklıkları ve Ekzopolisakkarit Üreten Kültür Kullanımının Az Yağlı Kaşar Peynirlerinin Niteliklerine Etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Süt Teknolojisi A.B.D., Ankara.
- Şimşek, Ö., Çon, A.H., 2003. Laktik asit bakterilerinde ekzopolisakkarit üretimi ve ekzopolisakkaritlerin süt ürünlerinde fonksiyonları. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu., 22-23 Mayıs 2003, 87-94 s, İzmir.
- Uraz, T., 1981, Süt ve Mamülleri Teknolojisi, SEGEM, Yayın No: 103, Ankara
- Uraz, T., Şimşek, B. 1998. Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. Gıda, 23, 371-375.
- Üçüncü, M., 2005. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Tekinşen, O.C., 1997. Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniv. Veteriner Fak., Konya.
- Tarrego, A., Yven, C., Seman, E., Salles, C., 2008. Aroma release and chewing activity during eating different mode cheeses. Int. Dairy J. 18, 849-857
- Terzaghi, B.E., Sandine, W.E., 1975. Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. Appl. Microbiol., 29; 807-813.

- Topçu, A., Saldamli, I., 2006. Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurised cows'milk. *Int. J. Food Prop.*, 9(4), 665-678.
- Tosun, İ., 2009. Beyaz Peynirin Uçucu Flavor Bileşikleri Üzerine Starter Kültür ve Olgunlaştırmanın Etkisi. Yüksek. Lisans Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., Bursa, 72 s.
- Tuncel, N.B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N.N., Karagül-Yüceer, Y. 2010. Ezine peyniri II. Olgunlaşma Süresince Proteoliz Düzeyi. *Gıda*, 35 (1): 21-26.
- Tunçtürk, Y., Yarımbatman, S., 2005. Peynirde proteoliz tipine ve oranına etki eden faktörler. *Gıda*, 30 (1), 9-14.
- Vaningelgem, F., Zamfir, M., Adrian, T., Vuyst, L.De., 2004. Fermentation conditions affecting the bacterial growth and exopolysaccharide production by *Streptococcus thermophilus* ST 111 in milk-based medium. *J. Appl. Microbiol.*, 97, 1257-1273.
- Vapur, U.F., 2010. Farklı Starter Kültür Oranları ile Hayvansal ve Mikrobiyel Kaynaklı Peynir Mayaları Kullanılarak Üretilen Tam Yağlı Beyaz Peynirlerin Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., Bursa, 266 s.
- Wishah, R., 2007. Utilization of Some Adjunct Bacteria Strains in Cheese Production in Addition to Starter Culture and Their Effects on the Cheese Properties. Yüksek. Lisans Tezi. Hacettepe Üniv. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. A.B.D., Ankara, 101 s.
- Yılmaz, M., Yuvalı Çelik, G., 2007. Bakteriyal ekstraselüler polisakkaritler (EPS). *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Derg.*, 5(2), 7-13.
- Zisu, B., Shah, N.G., 2006. Role of microbial exopolysaccharides on moisture, retention, texture and functionality of low-fat Mozzarella cheeses *Aust. J. Dairy Technol.*, 61 (3), 253-260.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Erzurum’da tamamladı. 1990-1994 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans, 1994-1997 yılları arasında ise “Ülkemizde Kullanılan Ticari Sıvı Peynir Mayalarının (Rennet) Bazı Mikrobiyolojik, Duyusal ve Teknolojik özellikleri ile Enzim kompozisyonunun Belirlenmesi” isimli teze Yüksek Lisansını tamamladı. Halen Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu’nda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.