



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TİCARİ RENNİTLERLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERDE
OLGUNLAŞMA SIRASINDA TEKSTÜREL, MİKROYAPISAL VE
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

Dilek TÜRKMEN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
ARALIK-2019



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TİCARİ RENNİTLERLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERDE
OLGUNLAŞMA SIRASINDA TEKSTÜREL, MİKROYAPISAL VE
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

DİLEK TÜRKMEN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

ARALIK-2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TİCARİ RENNİTLERLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERDE
OLGUNLAŞMA SIRASINDA TEKSTÜREL, MİKROYAPISAL VE
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

Dilek TÜRKMEN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Zehra GÜLER danışmanlığında hazırlanan bu tez **24/12/2019** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zehra GÜLER

Başkan

Prof. Dr. Yahya Kemal AVŞAR

Üye

Doç. Dr. Zafer ERBAY

Üye

Kod No:

Doç. Dr. Cengiz KARACA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 18.YL.055

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

24.12.2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

Dilek TÜRKMEN

ÖZET

FARKLI TİCARİ RENNETLERLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERDE OLGUNLAŞMA SIRASINDA TEKSTÜREL, MİKROYAPISAL VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER

Bu çalışmada, Türkiye’de üretilen en popüler peynir çeşidi olan Beyaz peynir, 3 farklı pıhtılaştırıcı enzim: mikrobiyal kaynaklı fermente peynir mayası (M; *Rhizomucor miehei* suşlarının kontrollü fermentasyonu), % 100 doğal buzağı şirdeni (C1; % 85 kimozin ve % 15 pepsin içeren) ya da rekombinant fermente kimozin (C2; *Saccharomyces (kluyveromyces) lactis* suşlarına aktarılmış) peynir mayası kullanılarak termize sütten üretilmiştir. Peynirler iki farklı oranda (% 10 ve % 12) tuz içeren salamuralarda 5 °C’de 90 gün olgunlaştırılmıştır. Çalışmanın başlıca amacı, peynirde kalite parametreleri olan tekstürel yani mekaniksel ve mikroyapısal niteliklerin Beyaz peynirde tespitidir. Bunun yanı sıra ürünün kabul edilebilirliğinde tekstürel ve mikroyapısal nitelikler kadar önemli olan ve tekstürü de etkileyen kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve duyuşsal nitelikler olgunlaşma sırasında belirlenmiştir. Olgunlaşma sırasında peynirde en belirgin değişimler 30. günde gözlemlenmiş ve daha sonra çoğu parametreler belirgin farklılıklar göstermemiştir. Olgunlaşmanın 2. gününe kıyasla 30. günde başlıca uçucu grubu olan karboksilik asitler, toplam kurumadde ve yağ içeriği, tekstürel niteliklerden sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik önemli düzeyde azalmış ancak tuz içeriği artmıştır. Peynir mikroyapısında da en belirgin değişimler 30. günde gözlemlenmiş sonrasında olgunlaşmayla peynirlerde boşluklar daha belirgin hale gelmiştir. Olgunlaşmanın 30. günü sonrasında titrasyon asitliği peynirlerde düzenli bir şekilde artmıştır. Salamurada % 12 tuz içeren M peyniri toplam kurumadde, rutubette tuz, titrasyon asitliği, toplam organik asit, toplam karboksilik asitler ve sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel niteliklerde peynirler arasında en yüksek değerleri göstermiştir. Ancak bu durum genel kabul edilebilirliğe yansımamıştır. Sonuç olarak farklı pıhtılaştırıcılar kullanılarak üretilen ve farklı tuz içerikli salamuralarda olgunlaştırılan peynirler, özellikle tekstürel ve mikroyapısal açıdan farklılık göstermiştir. Salamurada % 2 oranında tuz içeriğinde artma enstrümental yöntemle belirlenen sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık niteliklerini artırmıştır. Pıhtılaştırıcı enzim açısından da söz konusu nitelikler en yüksek mikrobiyal fermente peynir mayası üretilen peynirlerde gözlemlenmiştir.

2019, 154 sayfa

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, tekstür, mikroyapı, kimyasal kompozisyon, uçucu bileşenler, duyuşsal nitelikler

ABSTRACT

TEXTURAL, MICROSTRUCTURAL AND BIOCHEMICAL CHANGES DURING RIPENING IN WHITE CHEESES PRODUCED WITH DIFFERENT COMMERCIAL RENNETS

In this study, White cheese, a type most popular cheeses produced in Turkey, is produced using three different coagulants such as microbial-derived fermented coagulant (M; by controlled fermentation of *Rhizomucor miehei* strains), 100 % natural calf rennet (C1; 85 % chymosin and 15 % pepsine) or recombinant fermented chymosin coagulant [C2; transferred to *Saccharomyces (Kluyveromyces) lactis*]. The cheeses have been ripened in the brines (10 % and 12 %) with two different salt concentrations at 5°C for 90 days. The primary object of this study is to determine the textural quality, namely mechanical and microstructural qualities, which are quality parameters in cheese. The chemical, biochemical, physical and sensory properties are as essential as textural and microstructural attributes and affect texture were determined. The most remarkable changes during ripening were observed until day 30 after that no significant changes in the most parameters were observed. At day 30 compared with day 2, carboxylic acids, the most abundant volatile compound group, total solid, total fat and textural attributes such as hardness, gumminess, chewiness reduced significantly but salt content increased. The most significant changes in cheese microstructure were also observed on the 30th day and the holes in the cheeses have been noticed. However, there was observed a regular increase in titratable acidity of cheeses after day 30. With respect to total solid, salt-in-moisture, titratable acidity, total organic acid, total carboxylic acids and textural attributes such as hardness, gumminess and chewiness, M cheese containing 12% salt in brine had the highest values among the cheeses. However, this situation did not any effect on overall acceptability. As a result, White cheeses produced using the different coagulants and ripened in brines with the different salt contents were different in terms of especially textural and microstructure. An increase (from 10 % to 12 %) in salt content of brine was affected hardness, gumminess and chewiness attributes which were determined by instrumental methods. The textural attributes mentioned were the highest in cheese produced by microbial-derived fermented coagulant.

2019, 154 pages

Key Words: White cheese, texture, microstructure chemical composition, volatile compounds, sensory properties

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın belirlenmesinde değerli fikir ve katkılarıyla araştırmamın her aşamasında birikimleri ile beni yönlendiren ve çalışmamın yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zehra GÜLER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ahmet DURSUN ve Özge ÖZER'e gerek laboratuvar çalışmalarında gerekse günlük hayatımda yardımları, maddi manevi destekleri ve dostlukları için; Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma görevlilerine duyuşal değerlendirmelerde panelist olarak görev aldıkları için sonsuz teşekkür ederim.

Bitki Sağlığı Kliniğı Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü Prof. Dr. Şener KURT'a ve liyofilizatör kullanımındaki yardımları için Öğr. Gör. Dr. Aysun UYSAL'a; SEM görüntülerinin alınmasındaki yardımlarından ötürü Öğr. Gör. Atilla ÇEKİÇ'e çok teşekkür ederim.

Peynir mayalarının temininde yardımcı olan MAYASAN firmasına çok teşekkür ederim.

Ambalaj materyallerinin temin edilmesini sağlayan Dr. Serdar AYDEMİR' e (ENKA Süt Ürünleri, Konya) çok teşekkür ederim.

Kalsiyum klorür (CaCl₂)'ün temin edilmesini sağlayan AMİK Süt İşleme Tesisi'ne çok teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana güvenip destek ve ilgilerini esirgmeden yanımda olan sevgili annem Deşet ÖZKAN, babam Yaşar ÖZKAN, ablam Özlem ŞAHİN ve abilerim Ahmet ÖZKAN ve Özcan ÖZKAN'a, özellikle fikir ve tecrübeleriyle tez hayatım boyunca yoluma ışık tutan sevgili abim Murat ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını ve manevi desteğini esirgemeyen ve bu süreçte daima yanımda olan sevgili eşim Musa TÜRKMEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Dilek Türkmen

Aralık-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Peynir Üretimi	22
3.2.2. Peynir Örneklerinin Randımanının Hesaplanması.....	27
3.2.3. Kimyasal Nitelikler	27
3.2.4. Fiziksel Nitelikler.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	41
4.1. Genel Nitelikler.....	41
4.1.1. İnek Sütü, Teleme ve Peyniraltı Suyu Genel Nitelikleri ve Randıman.....	41
4.1.2. Peynirlerde Genel Nitelikler	43
4.1.2.1. Kurumadde, Yağ ve Kurumadede Yağ	43
4.1.2.2. Toplam Protein, Suda Çözünen Azot ve Olgunlaşma İndeksi.....	47
4.1.2.3. Tuz, Rutubette Tuz ve Kül	50
4.1.2.4. Karbonhidratlar	55
4.1.2.5. Titrasyon Asitliği ve pH.....	58
4.2. Organik Asitler.....	61
4.3. Serbest Amino Asitler	78
4.4. Uçucu Bileşenler	89
4.4.1. Asitler	96
4.4.2. Ketonlar	98
4.4.3. Alkoller	101
4.4.4. Aldehitler.....	104
4.4.5. Hidrokarbonlar	107
4.4.6. Esterler	109
4.5. Mikroyapı.....	117
4.6. Tekstürel Nitelikler	120
4.7. Renk	128
4.8. Duyusal Nitelikler	134
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	139
KAYNAKLAR	143
ÖZGEÇMİŞ	153
EKLER	154

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Peynir üretim akım şeması.....	23
Şekil 3.2. Peynir üretim aşamaları (A; Isıl İşlem Uygulama, B; Hızlı Soğutma, C; Rennet İlavесinin Ardından Fermentasyon, D; Pıhtı Kesimi, E; Pıhtı Kesimi Sonrası Bekletme, F; Süzme)	24
Şekil 3.3. Peynir örneklerinde kuru madde tayini (gravimetrik yöntem)	27
Şekil 3.4. Peyniraltı suyunda ve peynir örneklerinde yağ tayini.....	28
Şekil 3.5. Süt, peynir ve peyniraltı suyunda protein tayini	29
Şekil 3.6. Süt, peynir ve salamura örneklerinde kül tayini	29
Şekil 3.7. Örneklerde titrasyon asitliği tayini.....	30
Şekil 3.8. pH-metre Orion, Thermo, Austin, TX, USA	30
Şekil 3.9. Süt ve peynir örneklerinde organik asit ve karbonhidrat tayini	32
Şekil 3.10. Organik asitler ve karbonhidratlar analiz şeması.....	32
Şekil 3.11. Süt ve peynir örneklerinde serbest amino asit tayini	33
Şekil 3.12. Süt ve peynir örneklerinde serbest amino asit örneklerinin hazırlanması	34
Şekil 3.13. Süt ve peynir örneklerinde uçucu bileşen analizi	36
Şekil 3.14. SEM’de incelenecek peynir örneklerinin hazırlanması	37
Şekil 3.15. Peynir örneklerinde mikroyapının incelenmesi aşamaları (A; Örneklerin %3’ lük Glutaraldehitte bekletilmesi, B; Liyofilizatörde kurutma, C; Kuruyan örneklerin altınla kaplanması, D; Kaplanmış örneklerin alüminyum stublara yapıştırılması, E; Örneklerin mikro yapısının incelendiği taramalı elektron mikroskobu)	37
Şekil 3.16. Peynirler örneklerinde Tekstür Profil Analizi (TPA)	39
Şekil 3.17. Tekstür Profil Analizi ile ölçülen parametreler	39
Şekil 3.18. Tüm peynirlerde ortalama kurumadde değeri (g/100 g).....	45
Şekil 3.19. Tüm peynirlerde ortalama kurumadde yağ değeri (g/100 g)	47
Şekil 3.20. Olgunlaşma süresince peynirlerde olgunlaşma indeksi değeri (%).....	49
Şekil 3.21. Tüm peynirlerde ortalama rutubette tuz değeri (g/100 g).....	53
Şekil 3.22. Peynirlerde olgunlaşma sırasında laktoz konsantrasyonları	57
Şekil 3.23. Peynirlerde olgunlaşma sırasında galaktoz konsantrasyonları	57
Şekil 3.24. Peynirlerde olgunlaşma sırasında pH değişimi.....	59
Şekil 3.25. Peynirlerde olgunlaşma sırasında titrasyon asitliğindeki (°SH) değişim.....	59
Şekil 3.26. Peynirlerde ortalama laktik asit konsantrasyonları (mg/kg)	64
Şekil 3.27. Peynirlerde ortalama sitrik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	65
Şekil 3.28. Peynirlerde ortalama propiyonik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	66
Şekil 3.29. Peynirlerde ortalama asetik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	67
Şekil 3.30. Peynirlerde ortalama formik asit konsantrasyonları (mg/kg)	68
Şekil 3.31. Peynirlerde ortalama okzalik asit konsantrasyonları (mg/kg)	69
Şekil 3.32. Peynirlerde ortalama süksinik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	70
Şekil 3.33. Peynirlerde ortalama pürivik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	71
Şekil 3.34. Peynirlerde ortalama orotik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	73
Şekil 3.35. Peynirlerde ortalama ürik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	73
Şekil 3.36. Peynirlerde ortalama hippürik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	74
Şekil 3.37. Olgunlaşma süresince peynirlerde toplam organik asitler	74
Şekil 3.38. Süt, Teleme ve Olgunlaşma süresince peynirlerde toplam serbest amino asitler	84

Şekil 3.39. Çiğ süt, jel ve teleme örneklerinde uçucu kimyasal grup relatif oranları (%)	90
Şekil 3.40. Olgunlaşma süresince 10M peynirinde uçucu grupları	112
Şekil 3.41. Olgunlaşma süresince 10C1 peynirinde uçucu grupları	115
Şekil 3.42. Olgunlaşma süresince 10C2 peynirinde uçucu grupları	115
Şekil 3.43. Olgunlaşma süresince 12M peynirinde uçucu grupları	116
Şekil 3.44. Olgunlaşma süresince 12C1 peynirinde uçucu grupları	116
Şekil 3.45. Olgunlaşma süresince 12C2 peynirinde uçucu grupları	117
Şekil 3.46. Peynir jelleri ve telemelerin SEM görüntüleri (a1: M jeli, a2: M telemesi, b1: C1 jeli, b2: C1 telemesi, c1: C2 jeli, c2: C2 telemesi)	118
Şekil 3.47. Olgunlaşma süresince salamurada % 10 tuz içeren peynirlerin SEM görüntüleri (A1: 10M-2G, A2: 10M-30G, A3: 10M-60G, A4: 10M-90G, B1: 10C1-2G, B2: 10C1-30G, B3: 10C1-60G, B4: 10C1-90G, C1: 10C2-2G, C2: 10C2-30G, C3: 10C2-60G, C4: 10C2-90G)	121
Şekil 3.48. Olgunlaşma süresince salamurada % 12 tuz içeren peynirlerin SEM görüntüleri (D1: 12M-2G, D2: 12M-30G, D3: 12M-60G, D4: 12M-90G, E1: 12C1-2G, E2: 12C1-30G, E3: 12C1-60G, E4: 12C1-90G, F1: 12C2-2G, F2: 12C2-30G, F3: 12C2-60G, F4: 12C2-90G)	122
Şekil 3.49. Peynirlerde ortalama sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri	127
Şekil 3.50. Peynirlerde ortalama elastikiyet, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri	128
Şekil 3.51. Olgunlaşma süresince peynirlerde WI değerleri	132
Şekil 3.52. Olgunlaşma süresince peynirlerde C değerleri	133
Şekil 3.53. Olgunlaşma süresince peynirlerde Hue değerleri	134

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. İnek Sütü, Peyniraltı suları ve telemelerde genel nitelikler (g/100 g)	42
Çizelge 4.2. Peynirlerde olgunlaşma süresince kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerleri (g/100 g peynir)	46
Çizelge 4.3. Peynirlerde olgunlaşma süresince toplam protein, suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri (g/100 g)	51
Çizelge 4.4. Peynirlerde olgunlaşma süresince tuz, rutubette tuz ve kül değerleri (g/100 g)	54
Çizelge 4.5. Peynirlerde olgunlaşma süresince karbonhidrat değerleri (mg/kg)	56
Çizelge 4.6. Peynirlerde olgunlaşma süresince titrasyon asitliği (°SH) ve pH değerleri	60
Çizelge 4.7. Süt, teleme ve peyniraltı sularında organik asitler (mg/kg) (ort±sd)	62
Çizelge 4.8. Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)	75
Çizelge 4.8. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)	76
Çizelge 4.8. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)	77
Çizelge 4.9. Süt ve telemelerde serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	80
Çizelge 4.9. (Devam) Süt ve telemelerde serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	81
Çizelge 4.10. Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	85
Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	86
Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	87
Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)	88
Çizelge 4.11. Süt, jel ve telemelerde asitler (% toplam uçucu bileşen)	91
Çizelge 4.12. Süt, jel ve telemelerde aldehitler (% toplam uçucu bileşen)	92
Çizelge 4.13. Süt, jel ve telemelerde alkoller (% toplam uçucu bileşen)	92
Çizelge 4.13. (Devam) Süt, jel ve telemelerde alkoller (% toplam uçucu bileşen)	93
Çizelge 4.14. Süt, jel ve telemelerde esterler (% toplam uçucu bileşen)	93
Çizelge 4.14. (Devam) Süt, jel ve telemelerde esterler (% toplam uçucu bileşen)	94
Çizelge 4.15. Süt, jel ve telemelerde ketonlar (% toplam uçucu bileşen)	94
Çizelge 4.15. (Devam) Süt, jel ve telemelerde ketonlar (% toplam uçucu bileşen)	95
Çizelge 4.16. Süt, jel ve telemelerde hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)	95
Çizelge 4.16. (Devam) Süt, jel ve telemelerde hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)	96
Çizelge 4.17. Süt, jel ve telemelerde diğer bileşenler (% toplam uçucu bileşen)	96
Çizelge 4.18. Peynirlerde olgunlaşma süresince asitler (% toplam uçucu bileşen)	99
Çizelge 4.18. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince asitler (% toplam uçucu bileşen)	100
Çizelge 4.19. Peynirlerde olgunlaşma süresince ketonlar (% toplam uçucu bileşen)	102
Çizelge 4.19. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince ketonlar (% toplam uçucu bileşen)	103
Çizelge 4.20. Peynirlerde olgunlaşma süresince alkoller (% toplam uçucu bileşen)	105
Çizelge 4.21. Peynirlerde olgunlaşma süresince aldehitler (% toplam uçucu bileşen)	108

Çizelge 4.22. Peynirlerde olgunlaşma süresince hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)	110
Çizelge 4.23. Peynirlerde olgunlaşma süresince esterler (% toplam uçucu bileşen)	113
Çizelge 4.24. Peynirlerde olgunlaşma süresince diğer bileşenler (% toplam uçucu bileşen)	114
Çizelge 4.25. Telemelerde tekstürel nitelikler	123
Çizelge 4.26. Olgunlaşma süresince peynirlerde tekstürel nitelikler	129
Çizelge 4.26. (Devam) Olgunlaşma süresince peynirlerde tekstürel nitelikler.....	130
Çizelge 4.27. Süt, teleme ve peyniraltı sularında renk değerleri	131
Çizelge 4.28. Olgunlaşma süresince peynirlerde renk değerleri.....	135
Çizelge 4.29. Olgunlaşma süresince peynirlerde duyuşal nitelikler	137
Çizelge 4.29. (Devam) Olgunlaşma süresince peynirlerde duyuşal nitelikler	138



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

μL	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre
μmol	: Mikromol
a^*	: Kırmızılık/Yeşillik İndisi
b^*	: Sarılık/Mavilik İndisi
cm	: Santimetre
$^{\circ}\text{C}$: Sıcaklık (Santigrat Derece)
dk	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
L^*	: Parlaklık İndisi
m	: Metre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
mmol	: Milimol
N	: Normalite
N	: Newton
nm	: Nanometre
P	: Güven Aralığı
r	: Korelasyon Katsayısı
R	: Belirleme Katsayısı
WSN	: Suda Çözünen Azot
%	: Yüzde
δ	: Delta
γ	: Gamma

KISALTMALAR

C	: Kroma
CAR	: Karboksen
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
eV	: Elektrovolt
GK	: Gaz Kromatografisi
KFME	: Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
KS	: Kütle Spektrometresi
maks	: Maksimum
min	: Minimum
ODTB	: Otomatik Dinamik Tepe Boşluğu
PDMS	: Polidimetilsilioksan
PET	: Poli Etilen Teraftalat
PITC	: Fenilizotiyosiyonat
PVDF	: Polivinildiflorid
RI	: Alıkonma İndeksi
RSD	: Alan Tekrarlanabilirliği
rpm	: Dakikadaki Devir Hızı
RT	: Alıkonma süresi
RID	: Refraktif İndeks Dedektör
SAA	: Serbest Amino Asitler
STB	: Statik Tepe Boşluğu
SPSS	: Sosyal Bilimler İstatistik Programı
TEA	: Trietanolamin
UV-VIS	: Ultra Viyole - Görünür
YPSK	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

1. GİRİŞ

Eski Mısır mezar sanatına ve Yunan edebiyatına konu olan peynirin üretiminin ilk olarak milattan önce 8000-9000 yıllarında Mezopotamya bölgesinde gerçekleştirildiği farklı kaynaklarda belirtilmektedir (Kosikowski ve ark., 1997; Hayaloğlu ve ark., 2002; McSweeney ve ark., 2017). Aslında sütün hayvan derisinde taşınması sırasında pıhtılaşmasıyla peynirin üretilmeye başlandığı tahmin edilmektedir (Kamber, 2005).

Süt endüstrisinde hem üretim teknolojisi, hem çeşitliliği ve üretim miktarı açısından önemli bir yere sahip olan peynir, ülkemizde yaklaşık yılda 753 230 ton civarında üretilmekte olup; inek sütünden üretilen peynirler toplam üretimin yaklaşık % 96'sını oluşturmaktadır (TÜİK 2018). Sütün raf ömrünün uzatılması amacıyla üretilen bir süt ürünü olan peynir, sütün pıhtılaştırılması, pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılması ve pıhtının değişik şekillerde işlenmesi ile elde edilmektedir. Dünyada üretilen peynirlerin yaklaşık % 75'lik kısmı sütün enzimle ya da enzim karışımı olan rennetle pıhtılaştırılması ile elde edilmekte olup; bu peynirler olgunlaştırılarak tüketilen peynirlerdir (Fox ve ark., 2017). Geri kalan peynirler ise sütün zararsız organik asitlerle pıhtılaştırılması sonucu üretilmektedir. Bu tip peynirler ise çoğunlukla taze olarak tüketilmektedir.

Beyaz peynir salamurada olgunlaştırılan, yumuşak ya da yarı-sert yapı gösteren, tuzlu ve asidik karakterli bir peynir çeşididir. Söz konusu peynir Balkanlarda üretilen Feta, Bjalo ve Teleme peynirlerine benzerlik göstermektedir. Geleneksel üretimde, çoğunlukla süt pastörize edilmemektedir. Ancak bazı durumlarda 60-65 °C'de 10-15 saniye gibi termizasyon işlemi uygulanmaktadır (Koçak, 2015). Dünyada da genellikle geleneksel peynir üretiminde peynir üreticileri, çiğ süt mikroflorasının daha belirgin proteoliz ve lipoliz göstermesi nedeniyle diğer bir ifadeyle daha iyi bir lezzette peynir üretmek için ya çiğ süt kullanırlar ya da peynir yapılacak pastörize süte çiğ süt ilave etmektedirler. Bazen de üründe bozulma yapan bakterileri elimine etmek için; 57-68 °C'de en az 15 s ısı işlemi uygulayarak termize süttten peynir üretmektedirler (European Commission (EC), 2005). Bazı araştırmacılar, termizasyon işleminin bozulma yapan bakterilerin sayısını önemli düzeyde azalttığını ve peynir lezzetinde önemli bir etki yaratmadığını hatta termize süttten üretilen geleneksel Yunan Gravier peynirinde depolamanın hiçbir kademesinde *L. monocytogenes*'in varlığına rastlanmadığı da belirtilmiştir (Samelis ve ark., 2009).

Endüstriyel yöntemle üretilen Beyaz peynirlerde asitlik gelişimi, tat ve koku bileşenleri oluşumu için çoğunlukla starter kültür kullanılmasına rağmen geleneksel yöntemde starter kültür kullanılmamaktadır. Sütün doğal mikroflorası sayesinde olgunlaşma sırasında tat-koku gelişimi sağlanmaktadır (Hayaloğlu ve ark., 2005). Bunların yanı sıra Beyaz peyniri diğer peynirlerden ayıran en belirgin farklılığı, salamurada olgunlaştırılan bir peynir olmasıdır. Ancak bunun yanında salamurada olgunlaştırılan, üretim bölgesine ve üretim teknolojisine göre isimlendirilen çeşitli salamuralı tip peynirler (Antep peyniri, Malatya peyniri, Urfa peyniri, Teleme peynir, Hellim peyniri) mevcuttur. Bu peynirler çoğunlukla çiğ sütten üretilmekte ve teleme sıcak su ya da peyniraltı suyuna (75-90 °C) süzmeyi hızlandırmak, yapıyı iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak için daldırılmaktadırlar. Hatta bazı kırsal bölgelerde peynir üretiminde pıhtı kesildikten sonra peyniraltı suyu-pıhtı karışımı da süzmeyi hızlandırmak amacıyla ısıtılmaktadır (Velez ve ark., 2019). Gerek peynir pıhtısı+peyniraltı suyuna ısı uygulanması gerekse telemenin sıcak peyniraltı suyuna daldırılması Hellim peynirinin üretiminde de yer alan teknolojik bir aşamadır (Kaminarides ve ark., 2015). Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde salamura peyniraltı suyundan yapılabildiği gibi salamuraya NaCl'nin yanı sıra CaCl₂ gibi çeşitli tuzlar da ilave edilmektedir. (Stelios ve ark., 2009; Sheehan ve ark., 2007; Süner, 2018). Salamuralı peynir üretiminde uygulanan teknolojik işlemlerin yanı sıra, kullanılan sütün tipi de hem peynirin tekstürünü hem de tat-kokusunu etkilemektedir (Güler ve Uraz, 2004). Ancak sütün peynire dönüştürülmesindeki en önemli aşama, maya-tip peynirlerde enzimatik koagülasyondur. Geleneksel yöntemle peynir üretiminde üreticiler çoğunlukla henüz süt emme döneminde olan buzağı, oğlak ve kuzuların dördüncü midesinin (abamasum) özütlenmesiyle elde edilen başlıca kimozin (rennin) ve pepsinden oluşan proteolitik enzim karışımı renneti kullanılmaktadırlar (Üçüncü, 2004; Moschopoulou, 2011). Fakat ekonomik ve dini nedenler ayrıca hayvan sayısının azalmasına bağlı nedenler, buzağı rennetinin kullanımını sınırlandırmaktadır. Bunun yanında bazı bitkilerden, mikroorganizmalardan ve domuz, tavşan, deve gibi hayvanlardan ekstrakte edilen proteolitik enzimler kullanılmaktadır (Tamime, 2007; McSweeney ve ark., 2017; Alihanoglu ve ark., 2018). Rennet, κ-kazeinin fenilalanin ve metiyonin arasındaki kovalent peptid bağına parçalayarak kazein proteinlerinin degradasyonundan sorumludur. Söz konusu bu enzimatik parçalanma ile kazein misellerinin stabilitesi bozulmakta, topaklaşarak peynir jeli adını verdiğimiz 3 boyutlu

protein matriksi oluşmaktadır. Bir proteaz enzim karışımı olan rennetin başlıca rolü pıhtı oluşumundan sorumlu olmasıdır. Ancak peynir üretim teknolojisine bağlı olarak, yani pıhtıda tutunma oranına ve inaktive olup olmamasına göre de olgunlaşma sırasında bazı katabolik reaksiyonlara katılarak peptidleri ve amino asitleri oluşturarak; lezzet bileşenlerinin oluşumunda ve peynirin tekstüründe önemli rol oynamaktadır (Fox ve ark., 2017). Günümüzde peynir üretiminde kullanılan rennetin çoğunluğunun gen transferi yöntemi ve fermentasyonla üretilen fermente rennetler ve mikrobiyal orijinli rennetler oluşturmaktadır (Tamime, 2007; McSweeney ve ark., 2017). Mikrobiyal rennetlerin en büyük avantajı, kolay elde edilebilir olmasıdır. Ancak peynir üretimi sırasında yüksek proteolitik aktivitesinden dolayı proteinlerde aşırı bir degradasyona neden olmakta; ve daha fazla protein serum faza geçtiğinden de peynir randımanını ve lezzeti olumsuz yönde etkilemektedir (Jacob ve ark., 2011). Ancak bu aşırı proteolitik aktivite ve olgunlaşma sürecindeki kalıntı enzim aktivitesi sebebiyle acı peptitlerin oluşumu ile lezzet sorunlarının oluşması da bazı kimyasal modifikasyonlarla ve mikroorganizmalar üzerine aktarılan gen ile (rekombinant enzim) kontrol edilebilmektedir. Günümüzde *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus*, ve *Cryphonectria parasitica*'dan elde edilen mikrobiyal proteazlar, ticari düzeyde üretilmekte ve peynir üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında peynir üretiminde en fazla kullanılanı *Rhizomucor miehei*'den üretilen aspartil proteaz olmaktadır (Jacob ve ark., 2011). Dolayısıyla günümüzde ticari olarak elde edilebilen 4 çeşit rennet bulunmaktadır: buzağı renneti, rekombinant kimozen, bitkisel rennet ve mikrobiyal rennet.

Biyokimyasal açıdan dinamik bir ürün olan peynirin aroması, tekstürü ve mikroyapısı hem üretim teknolojisine, hem kullanılan rennet çeşidi ve konsantrasyonuna, hem sütün çeşidine hem de olgunlaşma süresine ve koşullarına bağlı olarak önemli düzeyde etkilenmektedir (Lawrence ve ark., 1987; Fox ve ark., 2017).

Gıdaların tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde renk, tekstür gibi fiziksel niteliklerin yanı sıra asitliği, uçucu bileşenleri gibi kimyasal nitelikler de önemli rol oynamaktadır. Söz konusu nitelikler peynirlerde olgunlaşma sırasında önemli değişimler göstermektedir. Peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında gözlemlenen en kompleks biyokimyasal değişimler proteoliz, lipoliz ve glikolizdir. Bu biyokimyasal olaylar hem peynirlerin tat-kokusunu etkileyen uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerin sentezine neden olduğu gibi peynir yapısını da etkilemektedir. Beyaz peynir gibi rutubet içeriği yüksek

peynirlerde, pıhtıda tutulan karbonhidratlardan bakteriyel gelişimin bir sonucu olarak gerçekleşen glikolizden dolayı oluşan laktik asit gibi çoğu organik asitler tat üzerinde etkili olmaktadır. Asetik, bütirik gibi organik asitler karbohidratların yanı sıra proteinler ve yağlardan da oluşmaktadır. Bazı organik asitler ise hayvan metabolizmasının bir ürünü olarak süttten ürünlere geçmektedir. Bunun yanı sıra hem peynir mayası hem mikroorganizma kaynaklı hem de sütte doğal olarak bulunan proteaz enzimleri vasıtasıyla da kazein önce peptitlere ve sonra da amino asitlere parçalanmaktadır. Hem peptitler hem de amino asitler tat-aromaya katkı sağladıkları gibi bazı aroma bileşenleri için de öncül rol oynamaktadırlar. Örneğin; lösin amino asitinden 3-metil-bütanal ya da 3-metil-bütanol ve fenilalanin amino asitinden fenil bileşenleri gibi. Süt yağının hidrolizi sonucu oluşan kısa zincirli (C4-C10) yağ asitleri de peynir aromasını etkileyen başlıca bileşenler arasında yer almaktadır. Çoğu yağ asitlerinin dekarboksile ve okside olmasıyla da ikincil lipoliz ürünleri olan ve aromaya katkı sağlayan ketonlar da oluşabilmektedir. Dolayısı ile çok çeşitli ya da peynir çeşidine spesifik çok sayıda bileşen aromaya katkı sağladığından peynir aroması çok kompleks biyokimyasal prosesler sonucu oluşmaktadır (Güler ve Uraz, 2004; Fox ve ark., 2017).

Tüketici tercihinde birincil etkenlerden biri olan ve peynir kalitesini belirleyen tekstür; en basit tanımıyla gıdaya dokunularak hissedilen algıdır. Diğer taraftan gıdanın parçalanması, çiğnenmesi vb. sırasında hissedilen algıların toplamı olan tekstür fiziksel ve duyuşsal bir niteliklerdir. Fakat duyuşsal yöntemlerle tekstürün değerlendirilmesi kişiden kişiye göre değiştiğinden ve çok çeşitli gıdalar için farklı tekstür terminolojileri kullanma zorunluluğundan son yıllarda tekstür, objektif enstrümental tekniklerle analizlenmektedir (Kilcast, 2013; Chen ve Rosenthal, 2015). Objektif laboratuvar testlerinin faydası, gıdaların tekstürel tekniklere göre sınıflandırılmasında önemli rol oynamasıdır. Bir fiziksel kalite parametresi olan tekstürel nitelikleri etkileyen başlıca parametreler, su aktivesi, yağ, protein ve tuz içeriği olup; bunlar üründeki mikrobiyal popülasyonu ve dolayısıyla ürünün raf ömrünü ve tat-koku niteliklerini etkilemektedir (Angelovicova ve Angelovicova, 2013; Almanza-Rubio ve ark., 2016; Fox ve ark., 2017; Zhou ve ark., 2017). Peynirin mikroyapısını etkileyen parametreler, tekstürü de etkileyebilmektedir. Peynirin mikroyapısı ise proteinler (kazeinler), yağ, su ve mineral maddelerin birbiriyle olan etkileşimi ve parçalanma sonucu oluşan alt bileşenlerin mikron ölçeğinde düzenlenmesi olarak bilinmektedir (Ong ve ark., 2012).

Günümüzde, gıda mikroyapısının tespitinde birçok görüntüleme tekniği bulunmaktadır. Direkt mikroskopi teknikleri bu alanda basit ve verimliliği yüksek olan uygulamalar olup; en yaygın kullanılan görüntüleme teknikleri ise ışık mikroskopisi (LM), iletimli elektron mikroskopisi (TEM), taramalı elektron mikroskopisi (SEM)'dir (McClements, 2007; Hassan ve ark., 2003).

Peynirin tekstürünü, tat ve kokusunu etkileyen parametreler göz önünde bulundurulduğunda; çalışmamızda farklı ticari rennetlerle üretilen ve farklı tuz konsantrasyonlu salamuralarda olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin üretim ve olgunlaşma sırasında genel kimyasal kompozisyon, organik asitler, amino asitler, uçucu bileşenler, mikroyapı, tekstürel ve renk nitelikleri gibi biyokimyasal ve fiziksel analizlerin yanı sıra duyu niteliklerin de belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha önceki çalışmalarda (Karaman, 2007; Vapur, 2010; Demiral, 2014), hayvansal ya da mikrobiyal rennetle üretilen Beyaz peynirlerde, yağı azaltılmış ve homojenize süttten üretilen Beyaz peynirlerde ve ekzopolisakkarit üreten starterlerin kullanıldığı yağlı ve düşük yağlı sütlerden üretilen Beyaz peynirlerde ya tekstür, mikroyapı ve uçucu bileşenler, ya da uçucu bileşenler ve serbest amino asitler incelenmiştir. Ancak starter kullanılmadan üretilen ve farklı tuz konsantrasyonlarını içeren salamuralarda olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin hem biyokimyasal hem de tekstürü de kapsayan fiziksel özelliklerin belirlendiği ve mikroyapısının incelendiği detaylı bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bundan dolayı çalışmamızda elde edilen sonuçlar, inek sütünden üretilen ve salamurada olgunlaştırılan peynirlerle karşılaştırılarak; hem enzim çeşitliliğinin hem de salamura tuz konsantrasyonunun peynir kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelenerek; bu anlamda literatürdeki boşluğun da doldurulması hedeflenmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Konumuz ile ilgili olarak literatür araştırması sonucu elde edilen kaynaklar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Stanley ve Emmons (1977)'un Cheddar peynirinin tekstür ve mikroyapısı üzerine yaptıkları çalışmada, buzağı renneti ve sığır pepsini olmak üzere iki farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Peynirler 12 ay boyunca olgunlaştırılmış olup; peynirlerin 15 °C'de 3 hafta baskılanması ve kürlenmesini takiben 3., 6., 9. ve 12. ayda analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar tekstürel analizleri duyuşal olarak panelistler tarafından ve enstrümental olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirmişlerdir. Mikroyapı incelemesi yine anılan analiz günlerinde taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Olgunlaşmanın başlarında buzağı renneti kullanılarak üretilen Cheddar peynirleri, sığır pepsini ile üretilenlere kıyasla daha yumuşak tekstürel özellikler göstermişlerdir. Ancak olgunlaşmanın ilerlemesiyle taramalı elektron mikrografileri buzağı renneti kullanılan peynirlerin pepsine kıyasla daha kompakt bir yapı gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar kullanılan pıhtılaştırıcı enzimlerin farklı proteolitik etki gösterdiklerini ve bunun da peynir mikroyapısını önemli oranda etkilediğini ifade etmişlerdir. Eğitimli panelistlerin gerçekleştirdiği tekstür değerlendirmeleri sonucunda da farklı iki pıhtılaştırıcı enzim ile üretilen peynirlerin tekstürleri açısından kabul edilebilir olduğu ortaya konulmuştur.

Ultrafiltre edilmiş inek sütünden üretilen Domiati peynirinin geleneksel yöntemle üretiminin karşılaştırıldığı bir çalışmada (Omar, 1987), peynirin 4 ay olgunlaşma süresince, depolamanın 0. ay, 2. ay ve 4. aylarında olmak üzere, genel kimyasal kompozisyonu (pH, nem, yağ ve toplam azot miktarı), amino asit kompozisyonu, serbest yağ asitleri kompozisyonu, duyuşal nitelikleri ve mikroyapısı incelenmiştir. Genel kimyasal kompozisyona bakıldığında araştırmacılar, ultrafiltre edilmiş sütle üretilen peynirlerin geleneksel yöntemle üretilenlere göre daha fazla nem, yağ ve azotlu maddeleri içerdiğini belirtmişlerdir. Toplam amino asit kompozisyonu her iki yöntemle üretilen peynirlerde olgunlaşma boyunca önemli bir farklılık göstermezken; toplam yağ asitleri miktarının ultrafiltre edilen sütlerden üretilen peynirlerde olgunlaşmanın her aşamasında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Elektron mikroskobu ile inceleme sonucunda iki farklı yöntemle üretilen Domiati peynirlerinde olgunlaşma süresince peynir matrikslerinin

birbirine benzediği gözlemlenmiştir. Ancak olgunlaşma süresinin etkisinde ise 0. gün peynirlerinde diğer olgunlaşma günlerine kıyasla kazein ağının daha gevşek yapıda olduğu, yağ globüllerinin dağıldığı ve su fazının ara yüzeylerde yoğunlaştığı belirtilmiştir. İki farklı yöntemle üretilen peynirlerin duyuşal değerlendirme puanları da farklılık göstermiştir. Sonuçta araştırmacılar, ultrafiltre süttten üretilen peynirlerin daha iyi bir aromaya, pürüzsüz bir yapıya, tekstüre ve daha iyi bir görünüme sahip olduğunu ve duyuşal açıdan daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Peynirde peynir kalitesini etkileyen faktörlerin araştırıldığı bir çalışmada (Koçak, 1988); tekstürün peynir kalitesini etkileyen en önemli parametre olduğu bildirilmiştir. Araştırmacı, tekstürün reolojik bir özellik olduğunu belirtmiş olup; peynirin kompozisyonuna ve yapısına bağlı olduğunu ve bunun da direkt olarak pıhtı ve süt kompozisyonu ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Yine aynı çalışmada süte uygulanan teknolojik işlemlerin tekstürü etkileyebileceği, bu nedenle de istenilen tekstürel özellikte bir peynir üretebilmek için hem süt kompozisyonunun hem de uygulanan teknolojik parametrelerin göz önünde bulundurulması ifade edilmiştir.

Omar (1988)'ın Domiati peyniri üzerine yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise rekonstitüe edilen ultrafiltre süttten ve geleneksel yöntemle üretilen peynirler, genel kimyasal kompozisyon (pH, nem, yağ ve toplam azot miktarı), amino asitler, serbest yağ asitleri, duyuşal nitelikler ve mikroyapı analizleri açısından karşılaştırılmıştır. Ultrafiltre rekonstitüe süttten üretilen Domiati peynirinde geleneksel süttten üretilen peynire kıyasla toplam azot, protein, rutubet ve kurumaddede yağ içerikleri daha yüksek tespit edilmiştir. Her iki peynir benzer bir serbest amino asit ve yağ asitleri profili göstermiştir. Çalışmada, peynirlerin duyuşal değerlendirilmesinde proteoliz, lipoliz, asetik ve propiyonik asitlerin önemli rol oynadığı vurgulanmıştır. Dört ay olgunlaştırılan peynirlerde ultrafiltre rekonstitüe süttten üretilen peynirlerin olgunlaşma sonunda daha iyi bir görünüş, pürüzsüz bir yapı, yumuşak bir kıvam ve hafif tuzlu bir tada sahip olduğu gözlemlenirken; geleneksel yöntemle üretilenin daha gözenekli ve kırılğan bir yapı, daha keskin ve tuzlu bir tat gösterdiği belirtilmiştir. Peynirlerin mikroyapıları yani kazein netağ yapısı ise olgunlaşma sırasında benzer olup; olgunlaşmanın ilerlemesiyle kazein üniform matriksinin bozulduğu, daha gevşek ve gözenekli bir yapı gösterdiği ancak kazein ağ yapısının görülebilir olduğu ve küçük yağ globüllerinin kazeinler arasında tutulduğu gözlemlenmiştir.

Wium ve Qvist (1998), ultrafiltre (UF) inek sütünü 30 °C'ye ısıtıp homojenize ettikten sonra glukono- δ -lakton eklemişler; bunu takiben de süte 0, 15, 30. dakikalarda farklı konsantrasyonlarda rennet ve tuz ilave ederek Feta peyniri üretmişlerdir. Çalışmada rennet konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak daha sert ancak az yapışkan peynirlerin elde edildiği bildirilmiştir. Yumuşak ve pürüzsüz bir tekstüre sahip UF Feta peyniri üretmenin peynir maya miktarının azaltılmasıyla mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

Prasad ve Alvarez (1999) de üç farklı kimoziin oranları kullanarak sığıır sütünden ürettikleri Feta peynirleri üzerine salamurada üç farklı tuz konsantrasyonunun (% 8, 15 ve 18) etkilerini araştırmışlardır. Üretilen peynirler 63 gün olgunlaştırılmış olup; olgunlaştırma sırasında 7 gün arayla rutubet, yağ, protein, kül, tuz, pH gibi kimyasal nitelikler ve tekstür analizör kullanılarak da sertlik parametresi incelenmiştir. Araştırmacılar rennet ya da tuz konsantrasyonu değişiminin peynirlerde kül içeriği üzerinde herhangi bir etki yaratmadığını; ancak tuz konsantrasyonunun % 8 ya da % 15'ten % 18'e yükseltilmesinin peynirlerde rutubet miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra tuz konsantrasyonunun % 8'den % 15'e yükseltilmesi ve farklı rennet konsantrasyonları rutubet miktarı üzerine herhangi önemli bir etki yaratmamıştır. Salamuranın tuz konsantrasyonunun artmasına paralel olarak peynirin rutubetteki tuz içerikleri de artmıştır. Olgunlaşma sırasında 7. günden itibaren 0.5, 1.0 ve 2.5 ml rennet/10 L süt ile pıhtılaştırılan peynirlerde, sırasıyla tuz içerikleri % 4.25'ten % 4.03'e; % 4.36'dan % 3.6'ya ve % 3.81'den % 3.58'e azalmıştır. Araştırmacılar, tuz içeriğindeki bu azalmanın kullanılan rennet konsantrasyonundan kaynaklanmadığını salamura tuz konsantrasyonu ile rennet arasında zamana bağlı olarak gelişebilen çeşitli interaksiyonlardan ileri gelebileceğini ifade etmişlerdir. Peynirlerde salamuranın tuz konsantrasyonunun artmasıyla pH değerlerinin de 4.89'dan 5.07'ye yükseldiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, enzim konsantrasyonunun olgunlaşma sırasında peynirlerin pH değerinde önemli bir etki yaratmadığını tespit etmişlerdir. Tüm peynirlerin sertlik değerleri ise, olgunlaşmanın ilk 7 gününde artmış; daha sonra ise azalma eğilimi göstermiştir. Bunun yanı sıra salamuranın tuz konsantrasyonunun artması sertlik değerlerinde artırıcı yönde bir etki yaratmıştır. Peynirlerin protein içeriği ise olgunlaşma sırasında önemli düzeyde azalmıştır.

Romeih ve ark. (2002), sığıır sütü ve iki farklı ticari yağ ikame edici hidrokolloit kullanarak az yağlı; kontrol peynir olarak da yağ ikame edici kullanılmadan az yağlı ve

tam yağlı salamuralı Beyaz peynirler üretmişlerdir. Peynirlerde olgunlaşma sırasında (5 °C'de 90 gün) proteoliz, duyusal ve tekstürel nitelikler incelenmiştir. Peynirlerde tekstürel parametreler olarak; sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, incelenmiştir. Çalışmada en az rutubet içeriğinin tam yağlı peynirde gözlemlendiği, yağ içeriğiyle rutubet içeriğinin ters ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Aksine az yağlı sütte üretilen peynirlerde ise pH değerleri daha yüksek tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra yağ ikame edicilerin kullanıldığı rutubet içeriği yüksek peynirlerde proteoliz ve lipoliz tam yağlı Beyaz peynire kıyasla önemli düzeyde artmıştır. Tekstürel değerlendirmeler ise olgunlaşmanın 30. gününden itibaren gerçekleştirilmiş olup; tam yağlı sütte üretilen peynirlere kıyasla az yağlı sütte üretilen peynirlerin tekstürel parametreleri önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu, yağın protein matriksini zayıflatması, peynirin yumuşak bir yapı kazanması ve daha pürüzsüz bir yapı oluşturmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Bu nedenle de az yağlı peynirlerde sertlik değerinin daha yüksek olması sürpriz olarak değerlendirilmemiştir. Peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresi ise tekstürel niteliklerde düzenli bir azalmaya neden olmuştur. Tekstürel açıdan tam yağlı Beyaz peynir ile yağ ikame edicilerin kullanıldığı Beyaz peynir arasında önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. Ancak duyusal analiz sonuçlarına göre de tam yağlı Beyaz peynir diğerlerine kıyasla daha yüksek puanlar almıştır. Üretilen tüm peynirler panelistler tarafından kabul edilebilir ürünler olarak değerlendirilmiş; ne az yağlı peynirde ne de yağ ikame edicilerin kullanıldığı peynirlerde tatta herhangi bir bozukluk ya da acılık tespit edilmemiştir.

Yağsız kurumaddesi % 9 olan sütün yağ içeriği % 0 ile % 4'e ayarlanarak; farklı kültürler kullanılarak üretilen Feta peynirlerinin Konfokal Taramalı Lazer Mikroskopisi kullanılarak mikroyapısı incelenmiştir (Hassan ve ark., 2002). Çalışmada % 24 tuz içeren salamurada 24 saat bekletilen peynirler, daha sonra 5 °C'de depolanmışlardır. Peynirlerden olgunlaşmanın ilk günü ve 10. gününden sonra mikroskopik analiz için örneklemeler yapılmıştır. Renkli görüntü alabilmek için; örneklerde Nil kırmızısı boyası kullanılmış boyanın yağ ve protein yapısında herhangi bir değişime neden olmaması için de peyniraltı suyu ile seyreltilmiştir. Araştırmacılar, yağ globüllerinin protein matriksi içerisindeki dağılımının matriks yapısını zayıflattığı ve yapıyı açtığını; peynir üretiminde rekombine sütün kullanılmasının da protein yapısında farklılıklar yarattığını belirtmişlerdir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi söz konusu çalışmada da yağsız sütle

üretilen peynirlerinin mikroyapısının yağlı sütlerden üretilen peynirlere kıyasla daha sıkı bir yapı gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda çalışmada olgunlaşma sırasında asitlik gelişiminin yavaş olmasının daha büyük protein agregatlarının oluşumuna olanak sağladığını bildirmişlerdir.

Wium ve ark. (2003), farklı pıhtılaşma koşulları kullanarak ultrafiltre süttten ürettikleri yağsız Feta peynirinde mikroyapı ve reolojik özellikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar, deneme parametresi olarak, değişen rennet konsantrasyonu, pıhtılaşma sıcaklığı ve pıhtılaşma süresini kullanmışlardır. Mikroyapı, İletimli Elektron Mikroskopisiyle (TEM) ile incelenmiştir. Sonuçta rennet konsantrasyonu ya da pıhtılaşma sıcaklığının artması daha kaba bir protein ağ yapısı oluşturmuştur. Çalışmada rennet konsantrasyonunun, pıhtılaşma sıcaklığı ve süresinin değişmesinin sinerezisi etkilediği vurgulanmıştır. Pıhtılaşma sıcaklığında (30 °C'de) uzun süre bekletilen peynirlerde daha kaba bir protein ağ yapısı gözlemlenirken; daha yüksek sıcaklıklarda pıhtılaşmanın gerçekleştirildiği ve pıhtılaşma süresinin de uzatıldığı peynirlerde protein ağ yapısının daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Özer ve ark. (2003), hem geleneksel yöntemle hem de ultrafiltre sütle ürettikleri ve 90 gün olgunlaştırılan Urfa peynirinde tekstür ve mikroyapıyı incelemişlerdir. Üretim sırasında peynirlerin bir kısmı 90 °C'de 3 dk süreyle sıcak suya daldırılmış ve kuru tuzlama uygulanmış; diğer kısma ise sıcak suya daldırılmadan direkt kuru tuzlama işlemi uygulanmıştır. Bu durumda 1 gece bekletilen peynirler % 15 tuz içeren salamuraya alınarak 4 °C'de olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma süresi peynirlerin kurumadde ve kurumaddede yağ içeriklerinde önemli bir etki yaratmazken, sıcak suya daldırılan peynirler daha yüksek kurumadde içermişlerdir. Salamuradan peynirlere tuz geçisi ise ilk 30 günde çok hızlı gerçekleşmiş daha sonra ise yavaşlamıştır. Sıcak suya daldırılan peynirlerde tuz geçişinin diğerlerine kıyasla daha yavaş olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçlarına göre ise UF sütle üretilen peynir ve bunun yanı sıra sıcak suya daldırılan peynirler diğer peynirlere kıyasla daha sıkı bir tekstür göstermiştir. Araştırmacılar, 90 °C'de 3 dk sıcak suya daldırma işleminin peynirlerde elastikiyet ve iç yapışkanlığı artırdığını; protein degradasyonunun ise elastikiyeti azalttığını belirtmişlerdir. Diğer tekstürel parametrelerden iç yapışkanlık değerleri tüm peynirlerde depolama süresince değişmemiş ancak sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri artmıştır. Mikroyapı açısından ise, UF süttten üretilen peynirler

daha sıkı bir yapı gösterirken; yağ partikülleri UF edilmemiş sütten üretilen peynirlerde belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Sonuçta, araştırmacılar 90 °C'de sıcak suya daldırılan peynirlerin daha homojen bir yapıda olduğunu ve yağ globüllerinin protein matriksinde daha homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir. Sıcak suya daldırılan peynirlerde elastikiyetin daha yüksek olması ise yağın protein matriksi üzerinde homojen dağılımından kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Geleneksel Türk Beyaz peynirinde proteolitik ve lipolitik aktivitelerin duyu niteliklerle ilişkisini araştıran Güler ve Uraz (2004), peynirlerde kurumadde, kurumaddede yağ, kurumaddede tuz, toplam azot, suda çözünen azot gibi kimyasal niteliklerin yanında; olgunlaşma indeksi, uçucu yağ asitlerini ve toplam serbest yağ asitlerini de belirlemişlerdir. Araştırmacılar, tat ile asitlik, kurumadde, kurumaddede yağ ve Beyaz peynirin uçucu yağ asitleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca dengeli bir tat ve koku için peptitler ve amino asitlerin yanı sıra diğer bileşenlerin de gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Erdem (2005), ultrafiltrasyon tekniğinin, sütün yağ oranının ve tuzlamanın salamuralı Beyaz peynirde etkisini incelemiştir. Araştırmacı, 90 gün olgunlaştırılan peynirlerde retantantın kg'na 30g tuzun katıldığı peynirler harici diğer peynirlerde sertliğin azaldığını belirtmiştir. Çiğnenabilirlik ve sakızimsılık değerleri ise depolama sırasında önemli düzeyde artarken; depolama süresi her bir örnekte iç yapışkanlık, elastikiyet ve dış yapışkanlık değerleri üzerine farklı bir etki yaratmıştır.

Madadlou ve ark. (2005), farklı konsantrasyonlarda (normal miktarın 1, 2 ve 3 katı) rennet ve starter kültür kullanarak bir grup tam yağlı (% 23), 3 grup da az yağlı (% 6) İran Beyaz peyniri üretmişlerdir. Peynirler, 80 °C'de 10 dk pastörize edilen % 13 tuz içeren salamurada 9 hafta süresince olgunlaşmaya bırakılmış olup; peynirlerin bu süre içerisinde titrasyon asitliği, pH, kurumadde, kül, yağ toplam protein gibi genel kimyasal özellikleri; eriyebilirlik, reolojik özellikleri ve duyu özelliklerinin yanında mikroyapı özellikleri incelenmiştir. Yaklaşık 5-6 mm³ boyutlarında kesilen peynir örnekleri % 2.5 glüteraldehit ile 3 saat fikse edilmiş; 6 kez distile su ile yıkanmış ardından farklı konsantrasyonlardaki etanolde 30 dk süre ile bekletilmiştir. En son yağın uzaklaştırılması için 3 kez kloroformda 10 dk süre ile bekletilen peynir örnekleri, kritik nokta kurutucusunda kurutulmuş ve SEM'de incelenmiştir. Peynirlerin mikroyapıları 7000 büyütme ölçeğinde incelenmiş olup; peynirler arasında önemli farklılıklar tespit

edilmiştir. Tam yağlı peynirlerde yağ globülleri ve protein matriksi belirgin bir şekilde gözlemlenirken; az yağlı peynirlerde yağ globülleri sayısının azaldığı, protein matriks yapısının daha kompakt olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar tam yağlı peynirlerde boşlukların daha fazla olmasına karşın; az yağlı peynirlerde rutubet içeriğinin yüksekliği ile birlikte daha sert tekstürün oluştuğunu ifade etmişlerdir. Normal rennet konsantrasyonunun 2 katının kullanıldığı az yağlı peynirlerde daha fazla kıvrımlar ve birleşmeler gözlemlenmiştir. Söz konusu durum araştırmacılar tarafından proteolizin artışı şeklinde yorumlanmıştır. Peynirler ise tekstür açısından daha yumuşak bir yapı göstermişlerdir. Rennet konsantrasyonunun 3 kat artması ise peynirlerde daha kaba ve kompakt bir mikroyapıya neden olmuştur. Sonuç olarak; çalışmada peynirlerde yağın azalması daha kompakt bir mikroyapıya, rennet konsantrasyonunun normal konsantrasyona kıyasla 2 kat kullanılmasının ise az yağlı İran Beyaz peynirinde dokusal, ve duyusal özellikleri iyileştirdiği ifade edilmiştir.

Aynı araştırmacılar (Madadlou ve ark., 2006) yapmış oldukları bir diğer çalışmada ise, 34 °C, 37 °C ve 41.5 °C’lerde peynir sütünün pıhtılaştırılmasının reolojik özellikler ve mikroyapıya etkisini incelemişlerdir. İran Beyaz peynirleri % 13 tuz içeren salamurada 90 gün olgunlaştırılmıştır. Sonuçta pıhtılaşma sıcaklığının yükseltilmesi peynirlerin yağ ve protein içeriğinin artmasına; rutubet içeriğinin ve rutubet/protein oranının azalmasına neden olmuştur. Ancak düşük sıcaklıkta pıhtılaştırılan peynirler, yüksek sıcaklıkta pıhtılaştırılan peynire kıyasla daha düzenli bir kazein ağına ve yağ globül boşluklarına sahipken; yüksek sıcaklıkta pıhtılaşan peynir daha düzensiz ve kompakt bir mikroyapıya sahip olmuştur. Araştırmacılar, yüksek pıhtılaşma sıcaklığının kazeinin agregasyonunu artırdığı, daha yoğun bir ağ yapısına neden olduğu; peynirin tekstürünün de daha sıkı olduğunu belirtmişlerdir.

Khosrowshahi ve ark. (2006), farklı konsantrasyonlarda starter kültür kullanarak ürettikleri İran Beyaz peynirlerini; % 13 tuz içeren salamurada 50 gün olgunlaştırmışlardır. Peynirlerde olgunlaşmanın 7, 29 ve 49. günlerinde kimyasal, tekstürel ve mikroyapısal nitelikler incelenmiştir. Starter kültür konsantrasyonu peynirlerin kimyasal, biyokimyasal bileşimini ve opaklığını olgunlaşma süresince önemli düzeyde etkilemiştir. Bunun yanı sıra peynir protein matriksinin olgunlaşmanın ilerlemesiyle ve starter kültür konsantrasyonunun artmasıyla gözle görülür bir şekilde azaldığı belirtilmiştir.

Topçu ve Saldamlı (2006), pastörize ettikleri (72 °C'de 15s) ve kültür kullanılarak (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) inek sütünden ürettikleri Türk Beyaz peynirlerini % 14 tuz içeren ön salamurada 20-22 °C'de 4.7 pH'ya kadar bekletmişler; ve daha sonra da % 6 tuz içeren salamurada 90 gün olgunlaştırmışlardır. Çalışmada olgunlaşmanın 1, 30, 60 ve 90. gününde analizler gerçekleştirilmiş olup; peynirlerin toplam kurumadde içeriğini 39.80–41.75 g/100 g peynir; kurumaddede yağ içeriği 49.12–49.91 g/100 g, kurumaddede tuz içeriği 8.69–9.35 g/100 g, laktoz içeriği 0.74-2.05 g/100 g, pH değerleri 4.39–4.68, ve titrasyon asitliği ise 0.73-1.12 g laktik asit/100 g peynir arasında tespit edilmiştir. Tekstür profil analizi (TPA), TA plus Tekstür Analizörü kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; 2x2x2 cm³ boyutunda kesilen peynir örnekleri analizlenmeden önce nem almayacak şekilde kapatılarak 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Tekstür analizinde 10 mm çapında silindirik prob kullanılarak, peynir örneklerine % 33'lük sıkıştırma uygulanmıştır. Tekstürel nitelikler olarak; sertlik, elastikiyet, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik incelenmiştir. Araştırmacılar tekstürel niteliklerin çoğunun olgunlaşma süresince dalgalanmalar gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak olgunlaşma süresi tekstürel nitelikleri önemli (p<0.05) bir düzeyde etkilemiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde 1. gününe kıyasla sertlik değerinin % 70 oranında arttığı, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin ise sırasıyla % 24 ve % 15 oranlarında azaldığı gözlemlenmiştir. Buna ilaveten sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve dış yapışkanlık nitelikleri olgunlaşma süresince bir artış göstermiştir. Duyusal açıdan ise 60 gün olgunlaştırılan peynir en yüksek kabul edilebilirlik puanını alırken; olgunlaşmanın sonunda peynirlerde acılık tespit edilmiştir.

Cinbaş ve Kılıç (2006), geleneksel ve endüstriyel olmak üzere iki farklı yöntemle ürettikleri Beyaz peynirlerde; proteolizi ve lipolizi incelemişlerdir. Proteolizin etkisini belirlemek için toplam azot, suda çözünen azot, triklor asetik asitte çözünen azot gibi parametreleri; lipoliz seviyesini belirlemek için de serbest yağ asitlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 75 °C'de 5 dk ısı işlem uygulanmış ve % 1 mezofilik starter kültür ilave edilmiş süttten ürettikleri Beyaz peynirleri % 12 tuz içeren salamurada; 65 °C'de 5 dk ısı işlem uygulanan ve starter kültür kullanılmadan üretilen geleneksel peynirleri de % 17 tuz içeren salamurada beklettikten sonra vakum paketleme yaparak 90 gün olgunlaştırmışlardır. Çalışmada olgunlaşma sırasında proteoliz ve lipoliz açısından geleneksel ve endüstriyel yöntemle üretilen peynirler arasında farklılıklar olduğu

belirtilmiştir. Starter kültür kullanılmayan geleneksel yöntemle üretilen Beyaz peynir, endüstriyel yöntemle üretilen peynire kıyasla daha yüksek bir lipolitik aktivite göstermiştir. Ancak endüstriyel yöntemle üretilen peynirlerin pH değeri ortalama olarak 4.6 pH değeri gösterirken; geleneksel yöntemle üretilenin pH değeri 5.3 olarak tespit edilmiştir. Ancak geleneksel yöntemle üretilen peynirler daha yüksek kurumadde ve tuz içermeştirlerdir.

Madadlou ve ark. (2007a), az yağlı İran Beyaz peynirinde, süt yağ homojenizasyonunun duyusal nitelikler, tekstür ve mikroyapı parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, kontrol peynirinin nispeten sert, istenmeyen bir dokuya sahip olduğunu; homojenize süttten üretilen peynirlerin ise kontrole kıyasla önemli ölçüde yumuşak olduğunu bildirmişlerdir. Dokuz hafta olgunlaştırılan peynir örneklerinin mikroyapısı SEM ile incelendiğinde; homojenize edilmemiş süttten üretilen peynirler daha kompakt ve az sayıda protein matriksi ve düzensiz dağılım gösteren geniş çaplı yağ globül boşlukları göstermiştir. Homojenize edilmiş süttten üretilen peynirlerde ise eşit miktarda ve çok sayıda küçük çaplı yağ globüllerinin kazein ağında tutuklanarak yarattığı boşluklar tespit edilmiştir. Araştırmacılar, homojenizasyon işleminin tekstür, aroma ve görünümü iyileştirdiğini, homojenize dilmeyen süttten üretilen peynirlerin ise daha elastik olduğunu vurgulamışlardır.

Madadlou ve ark. (2007b), bu kez de üç farklı (% 9, % 13, % 17) salamura tuz konsantrasyonunun İran Beyaz peynirinde genel kimyasal kompozisyonlar, reolojisi ve mikroyapısına etkilerini incelemişlerdir. En düşük tuz konsantrasyonlu (% 9) salamura olgunlaştırılan peynir, geniş protein agregatları ve daha yoğun bir mikroyapı gösterirken; en yüksek tuz konsantrasyonlu (% 17) salamura olgunlaştırılan peynir yağ globül boşlukları ile birlikte daha homojen protein agregatlarının olduğu bir kazein matriksi göstermiştir.

Lobato-Calleros ve ark. (2007), süt yağının tamamen ya da kısmen kanola yağı ve/veya peyniraltı suyu protein konsantresi (WPC) ile ikame edilmesi sonucu ürettikleri taze Beyaz peynirleri, tam yağlı süttten ürettikleri kontrol peyniri mikroyapı ve tekstür açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmada, 1 cm³ boyutunda kesilen peynirler analiz öncesi hava almayacak paketler içerisinde 20±2 °C'de bekletilmiş ve TPA analizleri için % 50 sıkıştırma oranı uygulanmıştır. İki ardışık sıkıştırma döngüsüyle yapılan TPA sonucu peynirler, birincil mekanik parametreler olan sertlik, elastikiyet, iç yapışkanlık ve dış

yapışkanlık ile ikincil parametre olan çignenebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Peynirlerde kanola yağı ve/veya WPC kullanılması sonucu tüm tekstürel parametrelerin arttığı gözlemlenmiştir. Süt yağının kanola yağı ve/veya WPC ile tamamen veya kısmen ikame edilmesinin, kontrol peynirinden farklı yapılar yarattığı SEM mikrografilerinde görülmüştür. Kanola yağı kullanılarak üretilen peynirler daha açık bir mikroyapı gösterirken; WPC ile üretilenler de daha kapalı ve sıkı, kısa iplikçikler halinde birbirine bağlanan protein ağı göstermişlerdir. WPC'nin artması, kompakt ve sürekli bir protein matriksine neden olurken; kanola yağının artması ise, daha gevşek ve parçalanmış bir protein matriksine neden olmuştur.

Sheehan ve ark. (2007), termofilik kültür kullanılarak ve pıhtıya farklı pişirme sıcaklıkları (pıhtıları 47 °C, 50 °C ve 53 °C) uygulanarak ürettikleri yarı-sert peynirlerde, pişirme sıcaklığının starter ve starter olmayan bakteriler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. En düşük sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan peynirlerde diğerlerine kıyasla yağsız kurumaddede rutubet ve rutubette tuz daha yüksek tespit edilirken; bütirik asit ve pH değeri daha düşük belirlenmiştir. Araştırmacılar, pıhtıya uygulanan ısıtma sıcaklığının artmasının peynirlerde rutubet içeriğini azalttığını, bundan dolayı da laktoz ve laktik asit içeriklerinde bir azalmaya ve daha düşük laktik asit/protein oranına neden olduğunu ve peynirin daha yüksek bir buffer kapasite gösterdiğini vurgulamışlardır. Çalışmada, en fazla konsantrasyonda tespit edilen amino asitlerin serin, glutamik asit, valin, lösin, lizin, prolin ve fenilalanin olduğu ve pişirme sıcaklığının artmasının olgunlaşma sonunda çoğu serbest amino asitlerde bir azalma yarattığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada olgunlaşma sırasında propiyonik asit çok düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiş olup; asetik asit ise bir artma eğilimi göstermiştir.

Karami ve ark. (2008), 60 gün olgunlaştırdıkları İran ultrafiltre (UF) Feta peynirinde yağdaki mikroyapısal değişimleri olgunlaşma süresince incelemişlerdir. Bu amaçla olgunlaşmanın 3., 20., 40. ve 60. günlerinde SEM görüntüleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta peynir yağ ve kurumadde içeriğinde olgunlaşma sırasında önemli ($p < 0.05$) bir azalma gözlemlenirken; pH ve tuz içeriğinde ise herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Mikroyapı açısından ise araştırmacılar, serum proteinlerinin denatüre olması nedeniyle UF peynir protein matriksinin daha kompakt ve daha az boşluk gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ancak olgunlaşma süresi boyunca, olgunlaşmanın başında yağ globülleri ve protein agregatlarının ayırt edilmesinin kolay olduğu; 20. günde yağ

globülleri ayırmanın zorlaştığı ve 40. günde ise yapının daha homojen olduğu ve yalnızca kazein agregatlarından oluştuğu bildirilmiştir.

Karami ve ark. (2009), bu kez de olgunlaşma sürecini hızlandırmak için farklı oranlarda (% 2, % 4, % 6) pregastrik lipaz ekleyerek ürettikleri İran UF Feta peynirinde, yağın mikroyapısal değişimlerini incelemiştir. Çalışmada lipaz oranının artmasının yağ globüllerinin parçalanmasında bir artışa neden olduğu; söz konusu artışın yanında olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle peynir mikrografilerinde yağ globüllerinin kaybolduğu gözlemlenmiştir.

McMahon ve ark. (2009), farklı salamura tuz konsantrasyonlarının (% 6.5, % 8, % 9.5) ve farklı depolama sıcaklıklarının (3 °C, 6 °C, 10 °C, 22 °C), Feta peynirlerinde genel kimyasal kompozisyon ve mikroyapı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, peynirlere iki farklı (20 °C ve 31 °C) fermentasyon sıcaklığı da uygulanmıştır. Araştırmacılar, fermentasyon sıcaklığının yükselmesinin peynirlerde pH değerini ve rutubet içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Mikroyapı açısından ise % 8 tuz içeren salamurada 3 °C'de 10 gün olgunlaştırılan peynirlerde, 22 °C'de 10 gün olgunlaştırılan peynirlere kıyasla daha fazla su tutan (yaklaşık % 11- % 28 hacim genişlemesi) ve dağılmış halde yağ globüllerini içeren bir protein matriksi gösterirken; 22 °C'deki peynirin su tutma oranının (% 1- % 17) azaldığı, protein matriksinde sürekliliği bozan çok sayıda serum cepçiklerinin olduğu ve yağ globüllerinin daha birleşik yapılar gösterdiği ortaya konulmuştur. Söz konusu durum araştırmacılar tarafından protein-protein hidrofobik etkileşiminin artışı şeklinde yorumlanmıştır.

Vapur (2010), hayvansal ve mikrobiyal kaynaklı rennetler kullanarak ürettikleri ve 90 gün olgunlaştırdıkları tam yağlı Beyaz peynirleri; kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal nitelikler açısından incelemiştir. Çalışmada rennet farklılığının peynirin kimyasal nitelikleri üzerine önemli bir etki yaratmadığı; ancak duyuşal açıdan önemli farklılığa neden olduğu belirtilmiştir. Olgunlaşmanın sonunda mikrobiyal rennetle üretilen peynir hayvansal rennetle üretilene kıyasla panelistler tarafından daha fazla kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

Ercan ve ark. (2011), İzmir yakınlarında farklı lokasyonlardan topladıkları 52 adet Sepet peynirinde fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal niteliklerin yanında uçucu bileşenler de analizlenmiştir. Tekstür analizi TA.XT Plus Tekstür Analizör kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; sıklık, elastikiyet, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık ve

çiğnenebilirlik parametreleri belirlenmiştir. Elli iki adet peynir örneğinin TPA analiz sonuçlarının genel olarak birbirine benzer olduğu; Sepet peynir örneklerinin ortalama olarak 212.20 N sıklık, 0.62 elastikiyet, 0.57 iç yapışkanlık, 0.48 Nmm dış yapışkanlık ve 66.87 Nmm çiğnenebilirlik değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar tekstürel parametrelerin kimyasal nitelikler, olgunlaşma süresi ve lipolizle ilişkili olarak değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Ayyash ve ark. (2011), homojenize ve pastörize tam yağlı (% 3) sığır sütüne starter kültür ve kimozen enzimi ekleyerek (Chy-Max, Chr. Hansen) ürettikleri Hellim peynirinde, salamurada NaCl yerine KCl kullanımının peynir tekstür ve mikroyapısı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Peynir üretimi sırasında pıhtılar kesildikten sonra pıhtı kalıpları 90-95 °C'de peyniraltı suyunda 30 dakika boyunca bekletmenin ardından % 18 NaCl, 3NaCl:1KCl, 1NaCl:1KCl ve 1NaCl:3KCl tuzlarını içeren 4 farklı salamurada 4 °C'de 56 gün olgunlaştırmışlardır. Peynirlerin mikroyapısı ESEM (Environmental scanning electron microscopy) mikroskopisi ve tekstür analizi ise Instron evrensel tekstür analizör (5564 model; Instron Ltd., London, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, olgunlaşmanın her bir kademesinde tuz çeşitliliğinin peynirlerde sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık ve sakızimsılık parametreleri açısından önemli bir farklılık yaratmadığını, ancak olgunlaşma süresinin anılan nitelikler (dış yapışkanlık hariç) üzerine azaltıcı bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada tekstürel açıdan % 75 oranında KCl'nin % 25 oranında NaCl ile karıştırılarak % 100 NaCl'den oluşan salamura yerine kullanılabileceği tespit edilmiştir. Peynir mikrografilerinde ise küçük boşluklar ile birlikte kompakt bir yapı gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonlarına doğru boşlukların azaldığı tespit edilmiş olup; araştırmacılar bu durumu rutubet içeriğindeki azalma ve proteolizdeki artma ile ilişkilendirmişlerdir.

Karaman ve ark. (2012), yağı azaltılmış ve az yağlı sütlere homojenizasyon uygulayarak ya da uygulanmadan, starter kültür ve sıvı buzağı renneti (Ecoren 200, Maysa, Istanbul, Turkey) kullanarak ürettikleri Beyaz peynirlerde mikroyapıyı araştırmışlardır. Sonuçta, homojenizasyon işleminin peynirde yağ globüllerinin dağılımını artırdığı ve daha yumuşak bir peynire neden olduğu belirtilmiştir.

Karaca ve Güven (2014), Beyaz peynir üretiminde mikrobiyal kaynaklı lipaz ve proteaz enzimlerinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, +4 °C'de 30 gün olgunlaştırdıkları peynirlerde suda çözünen azot, protein olmayan azot ve olgunlaşma

indekslerinin farklı oranlarda enzim ve özellikle proteolitik enzim ilavesiyle önemli düzeyde değiştiğini belirtmişlerdir. Enzim kullanılmayan kontrol peynirinde 30. günde 1. güne kıyasla kurumadde ve tuz içeriğinin, suda çözünen azot oranının ve olgunlaşma indeksinin değişmediği; proteolitik enzim oranının artmasıyla olgunlaşmanın sonunda kurumaddenin azaldığı, suda çözünen azotun arttığı ve olgunlaşma indeksinin önemli bir düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Lipaz enziminin ilavesi ise olgunlaşma sırasında toplam kurumadde üzerinde artırıcı yönde bir etki yaratmıştır. Tüm örneklerin ise olgunlaşmanın sonunda titrasyon asitliği önemli düzeyde azalırken; pH değerleri de önemli düzeyde artmıştır.

Demiral (2014), ekzopolisakkarit oluşturan kültürlerle (EPS) ürettiği yağlı ve az yağlı Beyaz peynirlerde tekstür ve mikroyapıyı incelemiştir. Peynirler % 12 tuz içeren salamurada 15-17 °C'de 12 saat ön olgunlaşmaya bırakılmışlardır. Tekstürel analizler, TA.XT Plus Tekstür Analizör kullanılarak; 2 cm³ boyutlarında kesilen peynir örneklerinde P36 kodlu 3 cm çapındaki silindirik prob ile % 25 oranında sıkıştırma kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, depolama süresince kontrol peynirleri hariç diğer peynirlerde sertlik değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Elastikiyet açısından peynirler, olgunlaşma süresince önemli bir düzeyde (p>0,05) değişim göstermemiş olup; sakızimsılık değerleri azalmıştır. İç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerleri olgunlaşma süresince artma ya da azalma şeklinde düzensiz değişimler göstermiştir. Konfokal lazer mikroskobu kullanılarak incelenen mikroyapıda ise; yağsız örnekler daha sıkı bir yapı gösterirken, EPS'li peynirler daha gevşek bir yapı ortaya koymuşlardır.

Şahingil ve ark. (2014), salamuralı Beyaz peynir üretiminde yardımcı kültür kullanarak; farklı olgunlaşma sıcaklıklarında peynirde tekstürel ve duyuşsal niteliklerin yanında; proteoliz ve uçucu bileşenlerdeki değişimleri de 30 gün aralıklarla 120 günlük olgunlaşma boyunca incelemiştir. Araştırmacılar, yardımcı kültür kullanımı ve olgunlaşma sıcaklığının peynirlerde pH'yı ve proteolizi önemli oranda etkilediğini ifade etmişlerdir. Üretilen tüm peynirlerde olgunlaşma sıcaklığının yükselmesi ve olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle uçucu bileşenlerin konsantrasyonu artmıştır. Yardımcı kültür kullanımı, kontrol peynirine kıyasla tekstür ve lezzet puanlarında değişimlere neden olmuş; olgunlaşmanın sonunda kültür kullanılan peynirlerde hafif acı bir lezzet gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu Met, Lys, Val, Pro, Ile ve Trp amino asitlerinin yüksek miktarıyla ilişkilendirmişlerdir. En yüksek genel kabul edilebilirlik

puanı olgunlaşmanın 30. gününde 12 °C’de olgunlaştırılan kontrol peynirinde gözlemlenirken; en düşük puan *Lactobacillus helveticus* yardımcı kültürünün kullanıldığı 6 °C’de olgunlaştırılan 90 günlük peynirde gözlemlenmiştir. Tüm peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları ise olgunlaşmanın başında (20. gün) olgunlaşmanın sonuna (120. gün) doğru istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir.

Hayaloğlu ve ark. (2014), buzağı renneti ve mikrobiyal rennetin Hellim tipi Malatya peynirlerindeki proteoliz, kimyasal kompozisyonu, sertlik, eriyebilirlik ve mikroyapı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar buzağı renneti (REN-NA, Mayasan, İstanbul, Turkey) (C) ve mikrobiyal renneti (*R. Mieheli*’nin proteazı, MAYASAN, Mayasan) (M) düşük konsantrasyonda ve 4 kat daha yüksek konsantrasyonlarda kullanarak peynirleri üretmişlerdir. Peyniraltı suyunda ısıtma işlemi (80 °C’de 10 dk) uygulanan peynirler, % 12’lik salamuralarda 6-8 °C’de 90 gün olgunlaştırılmıştır. Peynirlerin sertlik parametresi LF Plus model Tekstür Analizör (Lloyd Instruments Ltd., West Sussex, UK) kullanılarak olgunlaşmanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde belirlenmiş olup; mikroyapı ise olgunlaşmanın yalnızca 1. gününde Kritik Nokta Kurutucusuyla kurutulan örneklerin SEM’de incelenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Pıhtılaştırıcı enzimin tipi ve konsantrasyonu olgunlaşma sırasında peynirlerin sertlik değerlerini önemli ($p<0.05$) ölçüde etkilemiştir. Genel olarak M peynirleri, olgunlaşmanın tüm dönemlerinde C peynirlerine kıyasla daha yumuşak bir tekstür göstermişlerdir. Araştırmacılar, enzim konsantrasyonunun artmasının peynirlerin sertlik değerinde bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. SEM mikrografilerinde ise, pıhtılaştırıcı konsantrasyonu göz ardı edildiğinde, C peynirinin M peynirine göre daha kaba ve kompakt bir yapıda olduğu çalışmada vurgulanmıştır. Diğer yandan pıhtılaştırıcı enzim miktarının 4 kat artması, C peynirine kıyasla M peynirlerinde daha geniş boşluklara neden olmuş; bu durum ise kazein ağ yapısındaki farklılıkla ilişkilendirilmiştir.

Jooyandeh ve ark. (2016) yağ ikame edici olarak İran gam ağaçlarından ve bademden elde ettikleri gamları kullanarak ürettikleri az yağlı İran Beyaz peynirlerinde mikroyapıyı incelemişlerdir. Peynir üretiminde buzağı peynir renneti (Chr. Hansen’s Laboratory Ltd., Hørsholm, Denmark’ tan tedarik edilen) kullanılmış olup; peynirler % 13 tuz içeren salamurada buzdolabı koşullarında 60 gün depolanmıştır. Çalışmada gam kullanımını sertlik niteliğini önemli ($p<0.05$) ölçüde azaltmıştır. SEM mikrografilerinde ise, peynirler arasında az yağlı kontrol peyniri en yoğun protein matriksini göstermiştir.

Gam kullanılan peynirler ise tam yağlı kontrol peynirine benzer mikroyapılar sergilemişlerdir.

Akkerman ve ark. (2017), salamuralı Danimarka peyniri üretiminde salamura tuz içeriğinin, salamuralama süresinin, enzim ve starter kültür çeşidinin ve olgunlaşma süresinin tekstür üzerine etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada, olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle peynir sertliğinin azaldığını, salamura tuz konsantrasyonunun azalmasının ise peynir sıklığını azalttığını ve daha iyi sıkıştırılabilir bir peynir tekstürüne neden olduğunu belirtmişlerdir. Deve kimosininin kullanıldığı tuz içeriği azaltılmış peynir, sığır kimosini kullanılan peynire kıyasla daha sıkı bir tekstür göstermiştir. Sonuçta araştırmacılar tuz içeriğinin artmasının peynir sıklığını artırdığını; ancak sıkıştırılabilirliğini azalttığını vurgulamışlardır. Danimarka salamuralı yarı-sert tuz içeriği düşük peynir üretiminin tekstürel niteliklerinde önemli bir değişim olmaksızın; dl-starter kültür ve deve kimosini kullanılarak üretilebileceğinin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir.

Ezine peynirinin olgunlaşma sırasında tekstürel niteliklerini araştıran Yüksel (2017) ise, starter kültür kullanmadan buzağı renneti kullanarak 65 °C'de 15-20 dk ısıtma işlemi uygulanmış sütte üretilen Ezine peynirinde % 16 tuz içeren salamurada 15-16 °C'de 6-12 saat ön olgunlaştırma uygulamıştır. Peynirler bu sürenin sonunda % 12 tuz içeren salamuralara alınarak; 4-6 °C'de 8-12 ay olgunlaştırılmıştır. Çalışmada TA-XT2 tekstürel nitelikler; Tekstür Analizörü kullanılarak, 20 mm boyutunda kesilmiş peynir örneklerini 1 cm'lik silindirik prob kullanılarak, % 80 oranında sıkıştırma uygulanarak belirlenmiştir. Olgunlaşmanın sonunda olgunlaşmanın başına kıyasla peynirlerin sertlik ve kırılma kuvvet değerleri artmış, dış yapışkanlık değerleri ise azalmıştır. Dış yapışkanlık değerleri ise 6 ya da 8 aylık olgunlaştırma döneminde en düşük değerleri göstermiş olup; olgunlaşmanın sonuna doğru hemen hemen sabit kalmıştır. Araştırmacı, protein ağ yapısı ve kazein-yağ arasındaki etkileşim derecesinin peynir yapışkanlık değerlerini etkilediğini, peynir tekstürel değişimlerinin mikroyapı ile açıklanabileceğini ifade etmiştir.

Salum ve ark. (2018), Türkiye'nin farklı bölgelerinde geleneksel yöntemle inek sütünden üretilen ve 6 ay olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerde; genel kimyasal kompozisyonu, proteolitik ve lipolitik nitelikleri, bunun yanında uçucu bileşenleri ve duyu özellikleri incelemişlerdir. Peynirlerin titrasyon asitliği laktik asit cinsinden %

0.8-1, pH değerleri 4.8-5.1, rutubet içerikleri % 50-55, yağ içerikleri % 23-28, protein içerikleri % 17-19, tuz içerikleri % 3-4 ve kl içerikleri % 4-5 aralıklarında tespit edilmiştir. Suda öznr azot (WSN), triklor asetik asitte çözünür azot (TCASN) ve fosfotungstik asitlerde çözünür azot (PTASN) değerleri sırasıyla % 0.48-0.94, % 0.21-0.36 ve % 0.03-0.13 aralığında belirlenmiştir. Uçucu bileşenler arasında da karboksilik asitler en fazla oranda tespit edilen bileşenler olmuştur. Araştırmacılar, karboksilik asit oranının artmasının peynir kabul edilebilirliğini olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır.

Arısoy ve ner (2019), farklı pıhtılaştırıcılar (mikrobiyal ve buzağı renneti) kullanarak hem çiğ sütten hem de UF sütten ürettikleri Beyaz peynirleri +4 ve +8 C'de 4 ay olgunlaştırmışlardır. Peynirlerin kurumadde, titrasyon asitliği, tuz ve kül değerleri depolama boyunca artmış, pH, protein değerleri, Toplam Aerobik Mezofil Bakteri, psikrofil bakteri ve maya-küf sayısı azalmıştır. Araştırmacılar, mikrobiyal enzimle üretilen peynirlerin panelistler tarafından daha fazla tercih edildiğini bildirmişlerdir.

Bekele ve ark. (2019), aroma bileşenleri üreten ve retmeyenler olarak farklı starter kültür ve rekombinant deve kimozeni kullanarak deve sütünden ürettikleri yumuşak Beyaz peynirlerde tekstürel nitelikleri değerlendirmişlerdir. TA-TX Plus tekstür analizörde % 50 sıkıştırma oranı uygulanarak; sertlik, kırılğanlık ve dış yapışkanlık parametreleri belirlenmiştir. Sonuç olarak aroma bileşenleri üretmeyen starter kültürün kullanılmadığı peynirlerin tekstürünün diğer peynirlere kıyasla daha iyi olduğu ifade edilmiştir.

Georgescu ve ark. (2019), çiğ sütten starter kültür kullanılmadan % 8 tuz içeren salamura içerisinde 42 gün olgunlaştırarak Romanya salamuralı yumuşak peynir üretmişlerdir. Olgunlaşmanın sonunda toplam azot % 2.15 ve olgunlaşma indeksi % 16.14 olarak belirlenmiştir. En fazla miktarda bulunan amino asitler ise Pro, Lys, Glu, Tre, Asp, Leu olmuştur. Olgunlaşma sırasında toplam serbest amino asitler bir artma eğilimi göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızda materyal olarak peynir üretiminde kullanılan inek sütü, Hatay-Yayladağ bölgesinden yerel bir üreticiden temin edilmiştir. Pıhtılaştırıcı enzimler olarak kullanılan; *Rhizomucor miehei* suşlarının kontrollü fermentasyonu ile üretilen mikrobiyal fermente peynir mayası (Mayasan; 1:20000 kuvvette), buzağı midesinde membran kolon filtrasyon prosesi, ve sürekli ekstraksiyon tekniği ile üretilen; kimozi (% 85) ve pepsin (% 15) içeren bunun yanı sıra herhangi bir mikrobiyal koagülant ya da DNA rekombinant kimozi içermeyen % 100 buzağı renneti (Ren-na; 1:16000 kuvvette) ve *Saccharomyces (Kluyveromyces) lactis* suşlarına aktarılmış rekombinant fermente kimozi (Renmax; 1:16000 kuvvette) peynir mayaları, Mayasan Gıda San. ve Tic. A.Ş. (Hadımköy/İstanbul)'den sağlanmıştır. Peynirlerin salamuralarının hazırlanmasında kaya tuzu (Öz Onur Tuz, Antakya-Hatay) ve CaCl₂ (Amik Süt İşleme Tesisi-Hatay) kullanılmıştır. ENKA Süt ürünlerinden (Konya, Türkiye) temin edilen 1 kg polipropilen plastik kutular kullanılarak da peynirler salamura içerisinde olgunlaştırılmıştır.

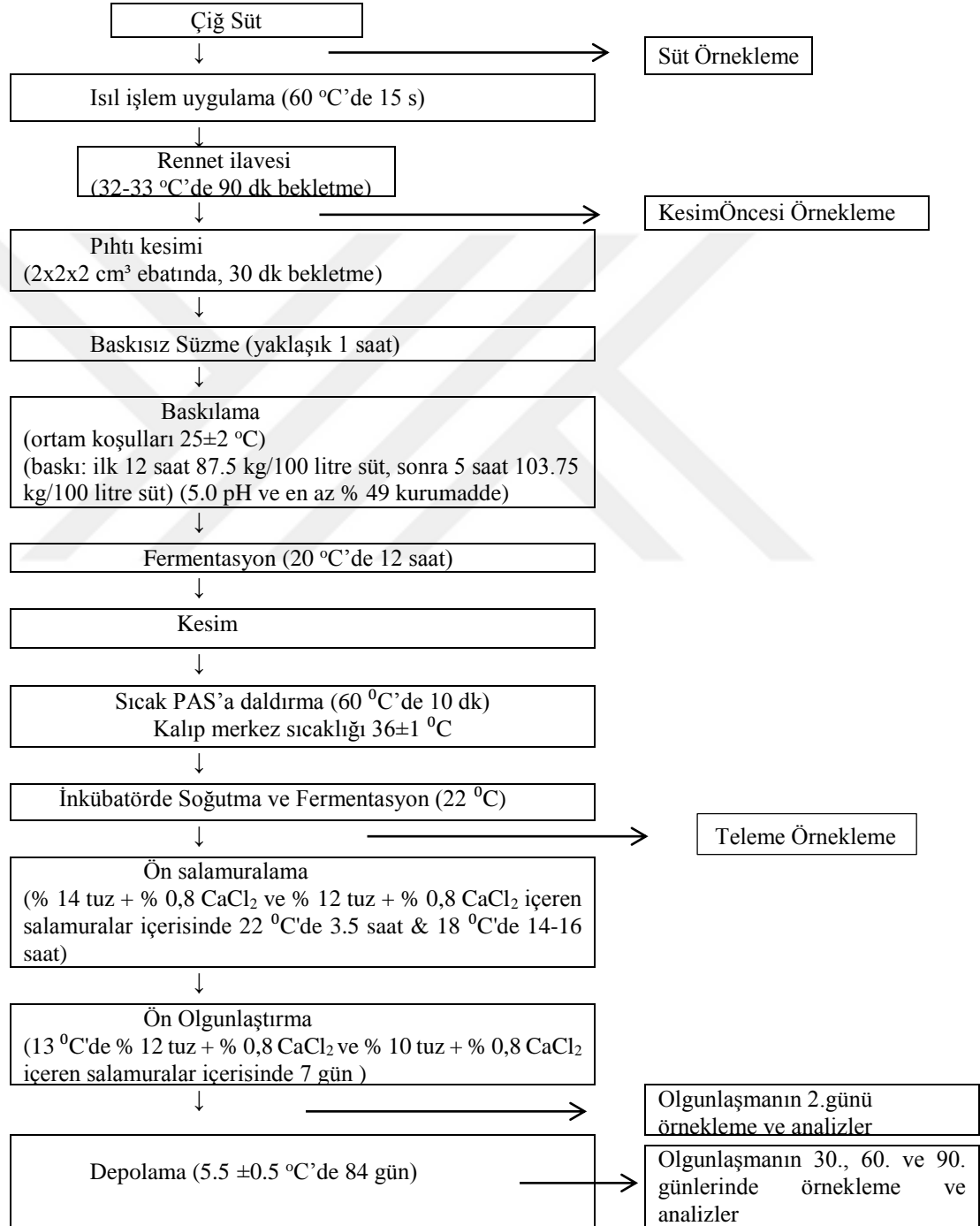
3.2. Yöntem

3.2.1. Peynir Üretimi

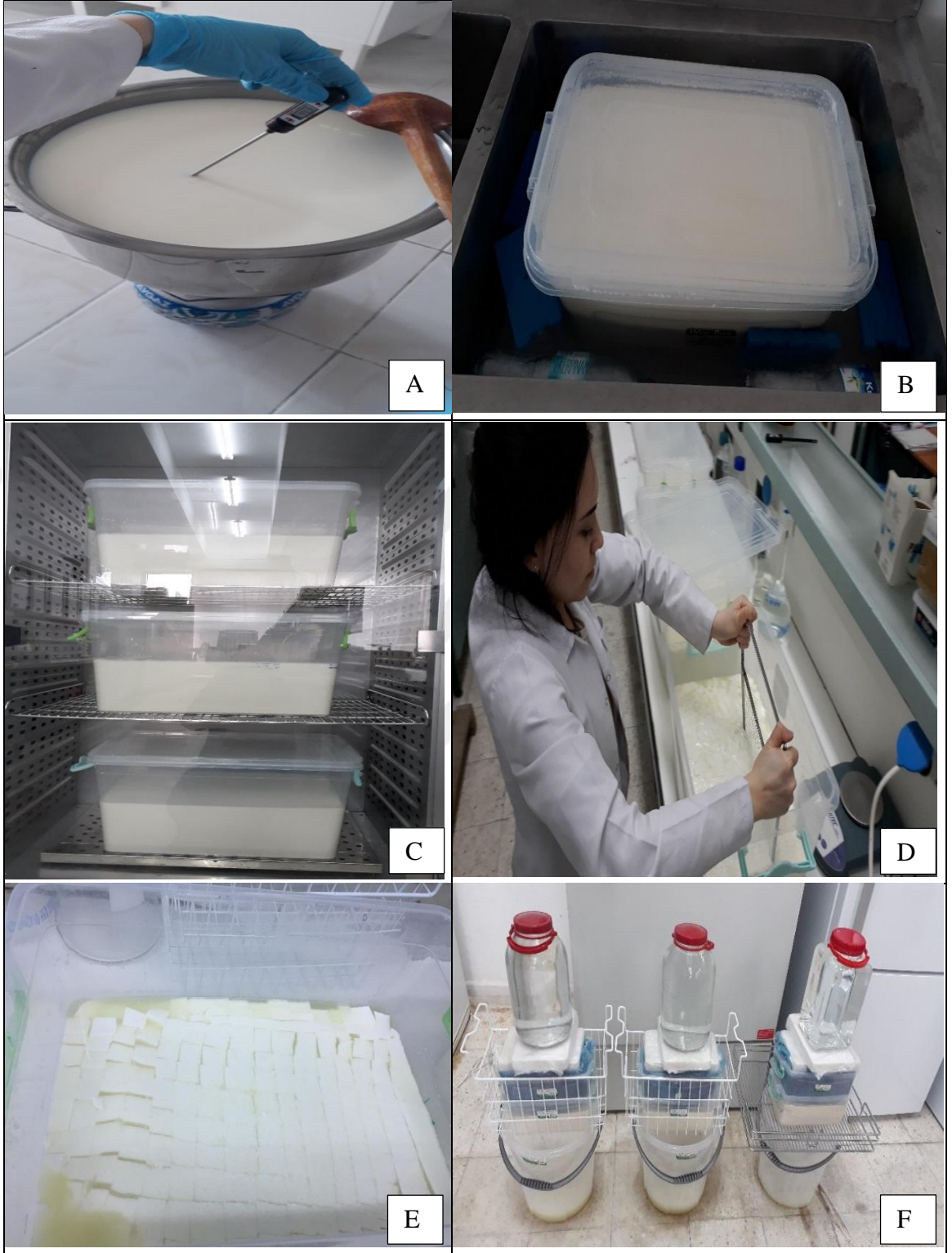
Çalışmada, Beyaz peynir üretimi termize edilmiş (60 °C'de 15 s) süttten starter kültür kullanılmadan ve farklı ticari pıhtılaştırıcılar (fermente ya da hayvansal kaynaklı) kullanılarak Koçak (2015)'e göre gerçekleştirilmiştir. Termizasyon pastörizasyonun altında uygulanan bir sıcaklık normu (57-68 °C'de 15 s) olup; bozulma yapan bakterilerin eliminasyonu için uygulanmaktadır (European Commission (EC), 2005). Söz konusu sıcaklık, lezzette herhangi bir değişime neden olmamakta ve *L. monocytogenes* gibi bakterilerin termize süttten üretilen peynirlerde gelişme göstermediği ifade edilmektedir (Rukke ve ark., 2011).

Beyaz peynirin üretim aşamalarından bazıları (sıcak peyniraltı suyuna daldırma, salamura olarak peyniraltı suyunun kullanımı ve peyniraltı suyunda NaCl'ye ilaveten

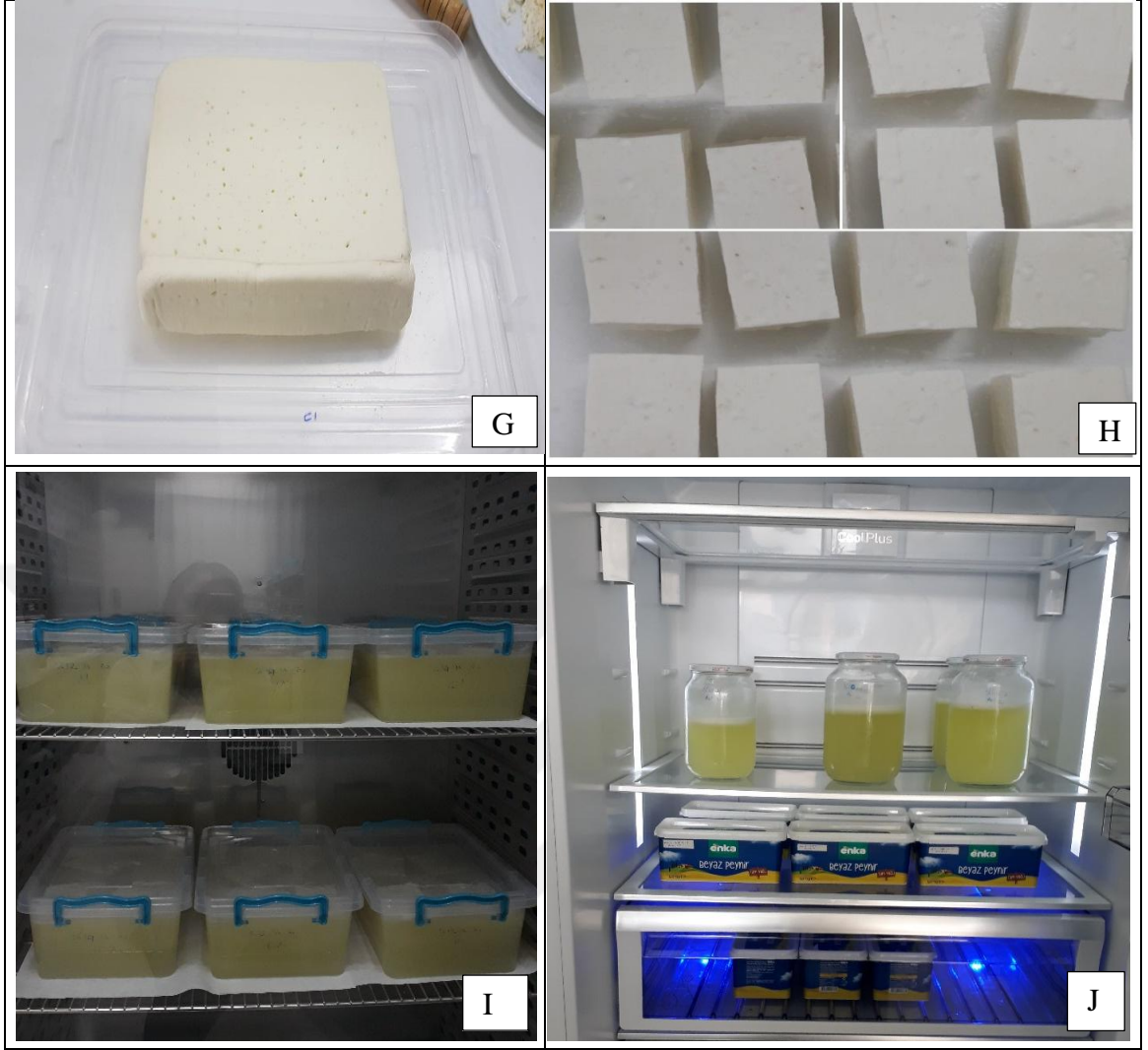
CaCl₂ kullanımı) Hellim (Stelios ve ark., 2009), Malatya peyniri (Hayaloğlu ve ark., 2014), Urfa geleneksel peyniri (Özer ve ark., 2003) ve Beyaz peynir (Süner, 2018)'de üretim aşamaları göz önünde bulundurularak Şekil 3.1'de belirtilen protokole göre Şubat-Mart aylarında 3 tekerrürlü üretilmiş olup; 13 °C'de 7 gün ön olgunlaştırmayı takiben, 5.5 °C'de toplamda 90 gün olgunlaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Peynir üretim akım şeması



Şekil 3.2. Peynir üretim aşamaları (A; Isıl İşlem Uygulama, B; Hızlı Soğutma, C; Rennet İlavesinin Ardından Fermentasyon, D; Pıhtı Kesimi, E; Pıhtı Kesimi Sonrası Bekletme, F; Süzme)



Şekil 3.2 (Devam) Peynir üretim aşamaları (G; Kesim öncesi H; Kesim, I; Ön salamura, J; Depolama)

Şekil 3.2'de görüldüğü üzere, peynir üretiminde kullanılan inek sütüne önce süzme işlemi daha sonra ısıtma işlemi ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -15 s) uygulanmış; $32\text{-}33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulduktan sonra üç gruba ayrılmıştır. Mikrobiyal fermente peynir mayasının kullanıldığı birinci grup M peynir, % 100 doğal buzağı şirdeninin kullanıldığı 2. grup C1 peynir; *Saccharomyces (Kluyveromyces) lactis* suşlarına aktarılmış rekombinant fermente kimozen peynir mayasının kullanıldığı 3. grup da C2 peynir olarak kodlanmıştır. Kullanılan peynir mayaları 90 dk pıhtılaşma gerçekleştirecek şekilde maya kuvveti hesaplanarak mikrobiyal fermente peynir mayası 9 mL/100 L; % 85 kimozen içeren hayvansal peynir mayası 11.5 mL/100 L ve rekombinant fermente kimozen içeren peynir mayası 11.5 mL/100 L olarak kullanılmıştır. Peynir mayalarına 1/10 oranında içme suyu ilave edilerek

mayalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Pıhtılaştırma işleminin ardından pıhtılar $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ boyutlarında kesilmiş ve 30 dk dinlendirilmiştir. Daha sonra $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik ortam koşullarında süzme kapları içerisinde yaklaşık 1 saat kendi halinde süzölmeye bırakılmıştır. Telemeler $6 \times 6 \times 6 \text{ cm}^3$ kesilerek yaklaşık 5 pH'ya kadar $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonunda peynir kalıpları ince bir süzme bezinin içerisine alınarak $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki peyniraltı suyuna 10 dk süreyle daldırılmıştır. Buradaki amaç, yağ içeriği yüksek olan peynirlerde süzmeyi hızlandırmak ve peynir pıhtısını yıkamak ve yapıyı iyileştirmek olmuştur. Daha sonra kalıplar $22 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik inkübatöre alınarak; kalıp merkez sıcaklığı $22 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye düşene kadar bekletilmiştir. Bu işlemin ardından $22 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki inkübatörde her bir peynir grubu iki eşit kısma bölünerek % 14 tuz + % 0.8 CaCl_2 ve % 12 tuz + % 0.8 CaCl_2 içeren ön salamuralara alınmış; 3.5 saat ters yüz edilip bekletilmiştir. Daha sonra $18 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik inkübatörde 14-16 saat salamura içerisinde bekletilmeye devam edilmiştir. Bu işlemin ardından % 14 tuz içeren ön salamurada olgunlaştırılan peynirler ; % 12 tuz + % 0.8 CaCl_2 ; % 12 tuz içeren ön salamurada olgunlaştırılan peynirler ise % 10 tuz + % 0.8 CaCl_2 içeren asıl salamuralara alınmıştır. Peynirlerin yüzeyi tamamiyle salamurayla kaplanana kadar polipropilen kaplar içerisine salamuralar doldurulmuştur. Peynirler $13 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 24 saat ve 1 hafta ön olgunlaştırmaya alınmıştır. Ön olgunlaştırmının 2. gününde analizler için peynirlerden örneklemeler yapılmıştır. Peynirler $13 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den $5.5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ 'lik koşullarda 84 gün olgunlaştırılmıştır.

Ön salamuranın hazırlanması: Süzme sonrası M, C1 ve C2 peyniraltı sularının asitlikleri sırasıyla $10.54 \text{ }^\circ\text{SH}$; $10.54 \text{ }^\circ\text{SH}$ ve $10.82 \text{ }^\circ\text{SH}$ olup; her bir peyniraltı suyundan 2,5 L alınarak % 14 tuz + % 0.8 CaCl_2 içeren ön salamuralara 350 g tuz ve 20 g CaCl_2 ; % 12 tuz + % 0.8 CaCl_2 içeren ön salamuralara ise 300 g tuz ve 20 g CaCl_2 ilave edilerek tamamen eriyinceye kadar iyice karıştırılmıştır.

Asıl salamuranın hazırlanması: Her bir telemenin ısıtıldığı peyniraltı suları da $18 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik inkübatöre alınarak 14-16 saat bekletilmiş olup; asıl salamuranın hazırlanmasında ön salamuralar, bu peyniraltı suları kullanılarak seyreltilmiştir. Isıl işlem uygulanmış bu peyniraltı sularının asitlikleri sırasıyla M $16.56 \text{ }^\circ\text{SH}$; C1 $15.43 \text{ }^\circ\text{SH}$ ve C2 $16 \text{ }^\circ\text{SH}$ olarak tespit edilmiştir. Son tuz ve CaCl_2 konsantrasyonları % 12 tuz + % 0.8 CaCl_2 ve % 10 tuz + % 0.8 CaCl_2 'ye ayarlanmıştır. % 12 tuz + % 0.8 CaCl_2 içeren asıl salamuraların asitlikleri 12M, 12C1 ve 12C2 için sırasıyla, $18.57 \text{ }^\circ\text{SH}$; $16.88 \text{ }^\circ\text{SH}$ ve $17.35 \text{ }^\circ\text{SH}$

olmuştur. % 10 tuz + % 0.8 CaCl₂ içeren asıl salamuraların asitlikleri 10M, 10C1 ve 10C2 için sırasıyla, 18.19 °SH; 16.5 °SH ve 17.25 °SH olarak tespit edilmiştir. Hazırlanan asıl salamuralar süzülerek peynir kaplarına boşaltılmıştır.

3.2.2. Peynir Örneklerinin Randımanının Hesaplanması

Birim hacim süttten üretilen peynirin ağırlık olarak miktarı hesaplanarak belirlenmiştir.

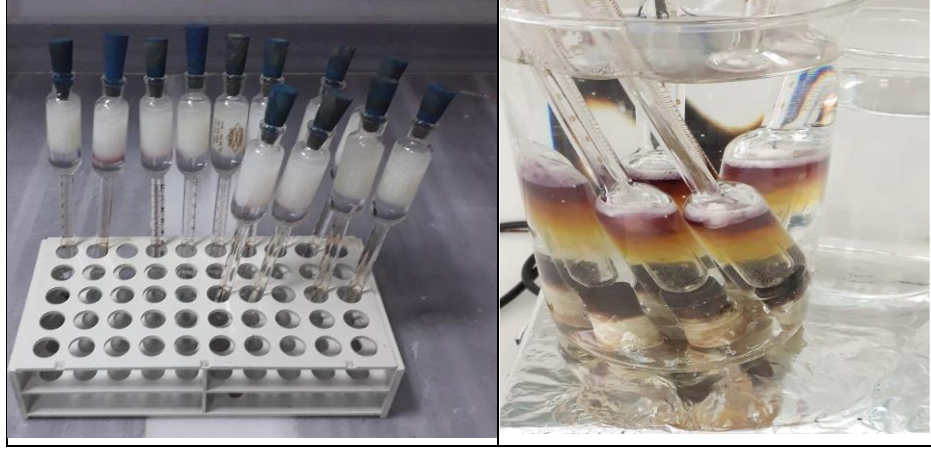
3.2.3. Kimyasal Nitelikler

a) Kurumadde: Süt, peynir ve peyniraltı suyu örneklerinde kurumadde oranları infrared kurutucuda (MB35 Halogen-Ohaus, İsviçre) belirlenmiştir. Sonuçların doğruluğu da gravimetrik yöntemle teyit edilmiştir (AOAC, 2003). Gravimetrik analiz aşamaları Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Peynirlerde homojen dağılımı sağlamak amacıyla kum kullanılmış; süt ve peyniraltı suyu örneklerinde de kabuk oluşumu ve sıçramayı önlemek amacıyla düşük sıcaklıklardan başlayarak bir ön kurutma işlemi uygulanmıştır. Peynirler 105 °C'lik etüvde (FD53, Binder, Tuttlingen, Almanya) sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş olup; % kurumadde miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Peynir örneklerinde kuru madde tayini (gravimetrik yöntem)

b) Yağ: Süt ve peynir ve peyniraltı suyu örneklerinde Gerber metotla belirlenmiştir (TSE, 1995). Bu amaçla sütler ve peyniraltı sularında 1.82 g/mL'lik; peynirlerde ise 1.522 g/mL'lik sülfirik asit çözeltisi kullanılmıştır. Gerber bütirometre skalasından yağ oranı % olarak direkt okunmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Peyniraltı suyunda ve peynir örneklerinde yağ tayini

c) Peynir Örneklerinde Azotlu Maddelerin Belirlenmesi

c.1) Toplam Azot Miktarı: Örneklerin toplam azot miktarı % olarak, Mikro-Kjeldahl metodu (IDF, 1993) kullanılarak yaş yakma ünitesinde (DK8 Heating Digester, VELP Scientifica Via Stazione 16 20865 Usmate (MB) ITALY) yakılmasının ardından destilasyon sistemiyle (UDK 139 Semi-Automatic Distillation Unit, VELP Scientifica Via Stazione 16 20865 Usmate (MB) ITALY) belirlenen azot miktarınının 6.38 faktörüyle çarpılmasıyla belirlenmiştir (Şekil 3.5).

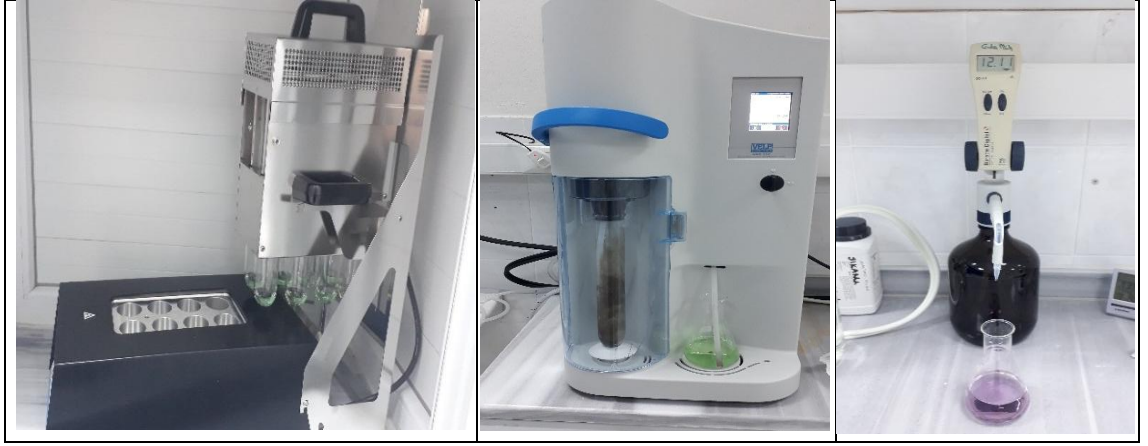
c.2) Suda Çözünür Azot Miktarı: Homojen hale getirilen peynir örneklerinden 20 g Nalgene tüplere (Nalgene, Amerika) tartılmış ve üzerlerine 40 mL saf su ilave edilerek Ultra Turrax blender ile 10000 rpm'de 2 dk homojenize edilmiştir. Karışım 40 °C' lik su banyosunda 1 saat bekletilmesinin ardından 3000 x g'de 4 °C'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımdaki yağ tabakası uzaklaştırılarak sıvı kısım kaba filtre kağıdı ile süzülmüştür. Filtrattan 1 mL alınarak üzerine 5 mL H₂SO₄ ilave edilerek Kjeldahl metoduna göre (IDF, 1993) suda çözünen azot oranı % olarak hesaplanmıştır.

c.3) Olgunlaşma İndeksi:

Suda çözünen azotlu maddelere göre olgunlaşma indeksi:

$$\text{Olgunlaşma indeksi} = \frac{\text{Suda çözünen azot miktarı}}{\text{Toplam azot miktarı}} \times 100 \quad (3.1)$$

formülüyle hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Süt, peynir ve peyniraltı suyunda protein tayini

d) Tuz Tayini: Potansiyometrik titrasyon yöntemi (TSE, 2001) uygulanan peynir örneklerinde; 1 gram alınan örnek iyice ezildikten sonra 60-70 °C sıcaklıktaki damıtık su ile karıştırılmış ve kaba filtre kağıdından 100 mL'lik balon jöjelere süzölmüştür. Tuzlu kısmın tamamının suya geçmesi sağlandıktan sonra balon jöje 100 mL çizgisine dek damıtık su ile tamamlanmıştır. Klorür iyonunun nötr ortamda 3 damla % 5'lik potasyum kromat indikatör çözeltisi eşliğinde 0.1 N gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyonu sonucu kırmızı-kiremit renk elde edilmiş ve sarfiyattan örneklerin % tuz içeriği hesaplanmıştır.

e) Kül Tayini: Porselen krozelere süt ve peynir altı suları için 0,5 gram; diğer örnekler için 2 gram numune tartılarak önce etüvde (FD53, Binder, Tuttlingen, Almanya) 105 °C'de örneklerin nemi alınmış; daha sonra 550 °C'ye ayarlanmış kül fırınında (Şekil 3.6) sabit tartıma gelinceye kadar yakma işlemi gerçekleştirilerek % kül miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Süt, peynir ve salamura örneklerinde kül tayini

f) Titrasyon Asitliği: Titrimetrik yöntemle AOAC, (1995) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Süt ve peynir altı suyu örneklerinden 10 mL alınmış olup; teleme ve peynirlerden 5 g alınarak 20 mL saf su ile homojen hale getirilmiştir. Örneklere 3 damla fenolftalein indikatörü damlatılarak 0,1 N NaOH ile 30 s kalıcı pembe renk oluşana kadar titre edilmiştir (Şekil 3.7). Yüzde süt asidi cinsinden hesaplanan titrasyon asitliği değeri 0.0225'e bölünerek Soxhlet Henkel (°SH) olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.7. Örneklere titrasyon asitliği tayini

g) pH: pH-metrenin pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri ile kalibrasyonundan sonra, süt örneklerinde 10 mL alınarak ve peynir örneklerinde de 5 g tartılan örneklere 20 mL ultra saf su ile iyice ezilerek homojen hale getirilmesinin ardından pH değeri dijital pH-metre (Orion, Thermo, Austin, TX, USA) (Şekil 3.8) ile direkt belirlenmiştir.



Şekil 3.8. pH-metre Orion, Thermo, Austin, TX, USA

h) Karbonhidratlar ve Organik Asitler: Güler (2014)'e göre bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (YPSK) (Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile iyon değiştirici kolon (Aminex HPX-87 H, 300 x 7.8 mm, BIO-RAD, Hercules, CA, Amerika) kullanılarak; karbonhidratlar refraktif indeks (RID-10A, Shimadzu, Kyoto, Japonya), organik asitler ise ultraviyole- görünür (UV-Vis; SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japonya) dedektörleri ile tespit edilmiştir. Taşıyıcı faz olarak 5 mM'lik H₂SO₄, 0.6 mL/dk akış hızında kullanılmıştır.

Karbonhidrat ve organik asit analiz protokolü Şekil 3.10'da özetlenmiştir.

Sütlerde Karbonhidrat ve Organik Asit Örneklerinin Hazırlanması: Santrifüj tüplerine (Nalgene, Amerika) 5 g süt tartılmış sonra; üzerine ekstraksiyon için 5 mM' lik H₂SO₄ çözeltisinden 40 mL ilave edilmiştir. Örnek Ultra-Turrax ile, 12000 rpm, 5dk olmak üzere homojenize edilerek karanlıkta ve oda sıcaklığında 1 saat beklemeye bırakılmıştır. Bu süre sonunda örnekler 4 °C, 7000 rpm'de 7 dakika santrifüj (Universal 32-R, Hettich, Almanya) edilmiştir. Santrifüj sonrası faz ayrımı gerçekleşen örneklerin berrak kısımları Whatman No:1 filtre kağıdından süzümüştür. Süzme işleminin tamamlanmasının ardından berrak süzüntüden şırınga ile alınan örnek 0,45 µm gözenek çaplı PVDF (polivinil diflorid) dolgu malzemeli şırınga ucu filtreden (Millex PVDF Milipore, Billerica, MA, Amerika) süzülerek 2 mL'lik viallere alınmıştır. Örnekler, analizleninceye kadar -20 °C'de depolanmıştır.

Peynirlerde Karbonhidrat ve Organik Asit Örneklerinin Hazırlanması: Örnek hazırlama aşamasında sütte yapılan işlemler uygulanmış olup; başlangıçta santrifüj örneklerine (Nalgene, Amerika) 7 gram havanda ezilmiş peynir tartılarak üzerine ekstraksiyon için 5 mM'lik H₂SO₄ taşıyıcı çözeltisinden 30 mL eklenmiştir.

Karbonhidrat ve Organik Asit Analizi: Analiz öncesi -20 °C'den alınan örnekler bir gece 4 °C'de çözündürülmesinin ardından otomatik örnekleyiciye yerleştirilmiştir. Örnekler herhangi bir işlemde geçirilmeden direkt olarak enjeksiyon yapılmıştır.

Organik asit ve karbonhidratların belirlenmesinde YPSK çalışma koşulları şu şekildedir:

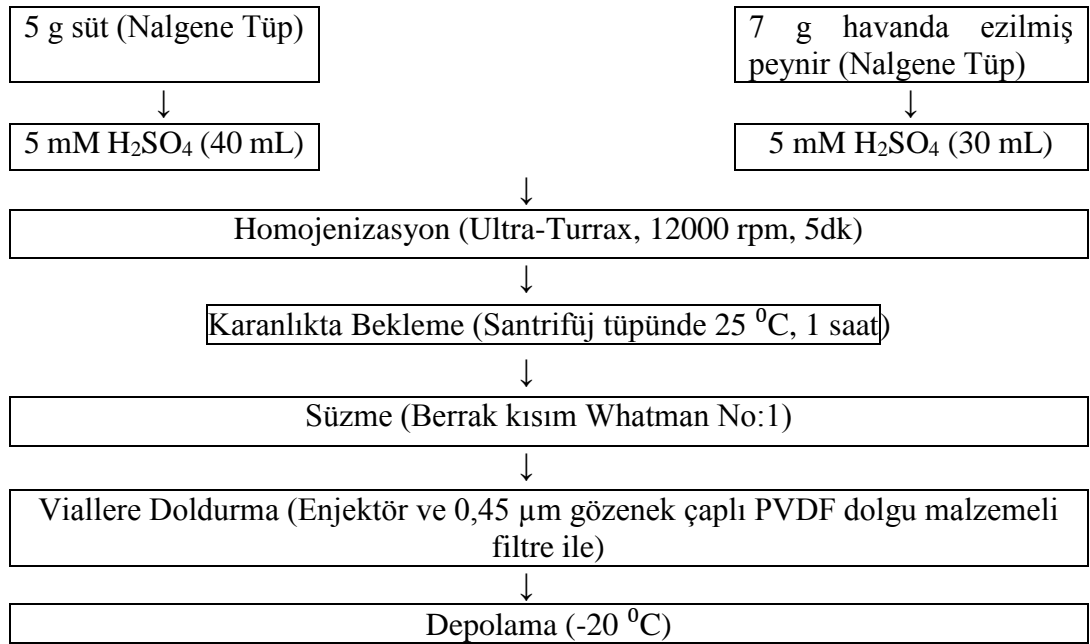
- Enjeksiyon Hacmi: 20 µL
- Taşıyıcı: 5 mM H₂SO₄
- Akış: 0,6 mL/dk
- Kolon: İyon Değişim Kolonu (Aminex HPX-87 H, 300 x 7.8 mm, BIO- RAD, Hercules, CA, Amerika)

- Dedektör: UV/VIS dedektör 210 nm (SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japonya), Refraktif indeks dedektör (RID-10A, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Pompa: İzokritik akış (LC-20 AD, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Kolon Fırını: 50 °C (CTO-20 AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Çoklu Otomatik Örnekleyici: (SIL-HTC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Analiz süresi: 35 dakika

Hesaplamalarda her bir organik asit ve şeker için kalibrasyon kurveleri Tekin (2016)'e göre çizilmiş olup; her bir bileşenin konsantrasyonu mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.9. Süt ve peynir örneklerinde organik asit ve karbonhidrat tayini

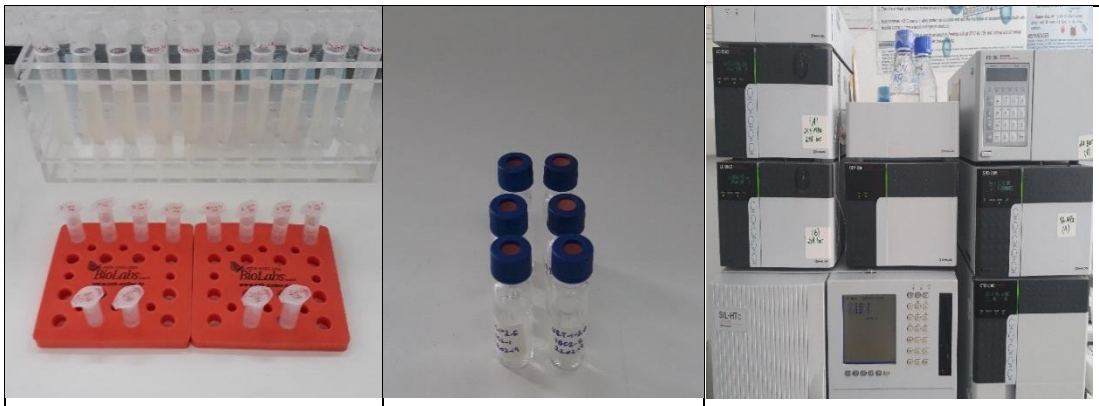


Şekil 3.10. Organik asitler ve karbonhidratlar analiz şeması

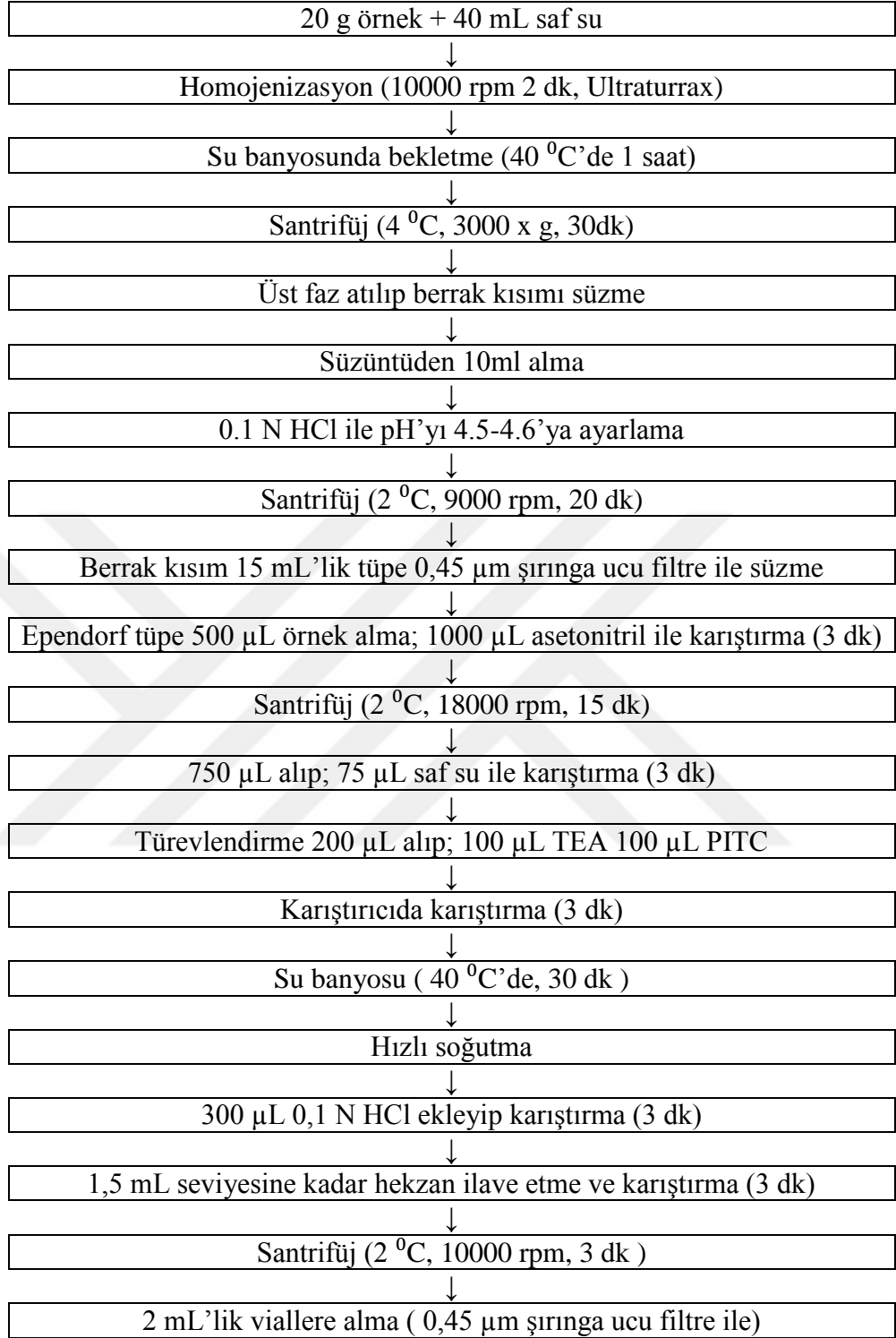
1) **Serbest Amino asitler:** Serbest amino asitler, Şekerli (2013)'e göre bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek ön kolon türevlendirme yöntemi ile yüksek performanslı sıvı kromatografisinde belirlenmiştir. Süt ve peynir örneklerinin hazırlanması Şekil 3.12'de verilmiştir. Belirtilen yüksek performanslı sıvı kromatografisi koşullarına göre analiz edilen örnekler, Tekin (2016)'da belirtilen aralıklarda konsantrasyonlar kullanılarak her bir amino asit için kalibrasyon kurveleri çizilmiş, korelasyon katsayıları, belirleme katsayılarının kareleri hesaplanmıştır. Daha sonra da her bir amino asitin konsantrasyonu harici standart tekniği kullanılarak mg/100 g olarak belirlenmiştir.

Serbest amino asitlerin belirlenmesinde sıvı kromatografisinin çalışma koşulları:

- Enjeksiyon Hacmi: 20 µL
- Taşıyıcı Faz A: 10 mM, 7 pH Tampon (1,3609 g KH₂PO₄ + 1,7417 g K₂HPO₄ 1000 mL ultra saf su ile tamamlandı)
- Taşıyıcı Faz B: Asetonitril (CH₃CN)
- Akış Programı: Gradyent akış
- Kolon: Ultra hızlı ters faz kolonu (Mediterranea Sea₁₈ 3µm 15 x 0,46 cm, Teknokroma, Barcelona, İspanya)
- Dedektör: UV/VIS dedektör 254 nm (SPD-20 AV, Schimadzu, Kyoto, Japonya)
- Kolon Fırını: 40 °C (CTO20 AC, Schimadzu, Kyoto, Japonya)
- Çoklu Örnekleyici: (SIL-HTC, Schimadzu, Kyoto, Japonya)



Şekil 3.11. Süt ve peynir örneklerinde serbest amino asit tayini



Şekil 3.12. Süt ve peynir örneklerinde serbest amino asit örneklerinin hazırlanması

i) Uçucu Bileşenler: Uçucu bileşenler analizleme yöntemi, Güler (2014) ve Tekin (2016)'e göre modifiye edilmiş olup; uçucu bileşenler, katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak (KFME) ekstrakte edilmiştir. Bu amaçla 3 gram NaCl içeren 20 mL'lik amber renkli head-space vial (Part No:5190-2239, Agilent, CA, Amerika) analiz edilecek süt örneklerinden 10 mL, teleme örneklerinden de 10 g tartılmıştır. Peynir örneklerinde ise örnekleme sonrası yapıldığından NaCl içermeyen 20 mL'lik viallere 10 g örnek alınmıştır (Şekil 3.13). Viallerin ağzları Politetrafluoroetilen (PTFE)/Silikon septa (Agilent, CA, Amerika) ile kapatılarak hızlı bir şekilde -20 °C'de depolamaya alınmıştır.

Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu ve analizi: Analiz öncesi -20 °C'den alınan örnekler bir gece boyunca 4 °C'de çözündürülmesinin ardından 60 °C'de çalkalayıcı su banyosuna alınmıştır. Sütlerde divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksandan oluşan 50/30 µm DVB/CAR/PDMS fiber (Supelco Bellefonte PA, Amerika) örneğe daldırılmadan yani fibersiz her 5 dakikada çalkalanmak suretiyle 30 dk su banyosunda bekletilmesinin ardından fiber daldırılarak bir 20 dk daha tepe boşluğundaki bileşenlerin fiber üzerine adsorpsiyonu sağlanmıştır. Jellerde ise yine sütlerde olduğu gibi ekstaksiyon işlemi sağlanmış ancak; fiberli 20 dk yerine 30 dk bekletilmiştir (Şekil 3.13). Teleme ve peynir örneklerinde ise fibersiz 45 dk ve fiberli de 45 dk olmak üzere toplam 90 dk 60 °C'lik su banyosunda örnekler tutulmuştur. Desorpsiyon işlemi için KFME fiberi gaz kromatografisi enjeksiyon portuna daldırılarak analiz başlatılmıştır. Uçucu bileşenler HP-Innowax kapiler kolon (60 m x 0,25 mm id x 0,25 µm film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika) kullanılarak gaz kromatografisi-kütle spektrometresinde analizlenmiştir. Uçucu bileşenlerin, öncelikle farklı kütle/iyon oranlarından parçalanan her bir bileşenin oluşturduğu spektrumlarının GK/KS'de Nist 0.2 L/Wiley7n.1 veri tabanları ile eşleştirilmeleri sonucu tanımlamalar gerçekleştirildiği gibi bazı uçucu bileşenlerin safları kullanılarak da bileşen doğruluğu teyit edilmiştir. Her bir bileşenin aynı koşullarda enjekte edilen C₅-C₂₅ alkan serilerine göre alıkonma indisleri de hesaplanmıştır. Daha sonra belirlenen toplam uçucu bileşen alanından her bir bileşenin relatif oranı (%) hesaplanmıştır.

GK/KS Çalışma Koşulları:

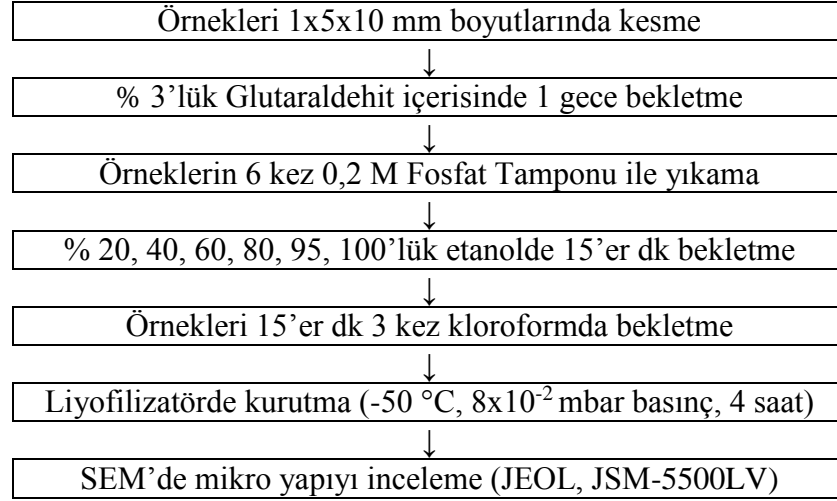
- Kolon: HP-Innowax kapiler kolon (60 m x 0,25 mm id x 0,25 µm film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika).

- Fırın Sıcaklık Programı: 50 °C’de 5 dk, 5 °C/dk’lık artışla 100 °C’ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5 °C/dk’lık artışla 230 °C’ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5 °C/dk’lık artışla 240 °C’de 5 dakika tutulacak şekilde programlanmıştır. Bir örneğin analiz süresi 58 dk olmuştur.
- Enjeksiyon Bloğu: 250 °C
- Transfer Hattı Sıcaklığı: 250 °C
- Elektron Enerjisi: 70 eV
- Taşıyıcı Gaz: Helyum 1 mL/dk
- Kütle Aralığı: 20-450 m/z

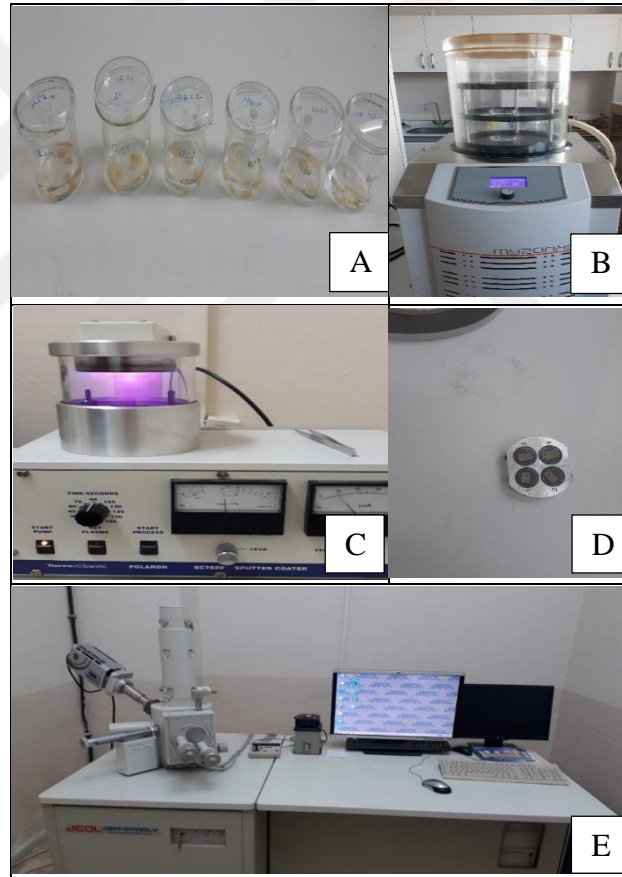


Şekil 3.13. Süt ve peynir örneklerinde uçucu bileşen analizi

j) Mikroyapının Belirlenmesi: Brooker ve Wells (1984) metoduna göre hazırlanan peynir örneklerinin mikro yapısı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile gözlemlenmiştir. Örnekler, liyofilizatör (Freeze Dryer, Teknosem, Türkiye) ile kurutulup altın ile kaplanmış (Polaron Thermo VG Scientific SC 7620 Sputter Coater), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde bulunan taramalı elektron mikroskobunda (SEM, model “JSM-5500LV”; JEOL, Tokyo, Japonya) incelenmiştir. Peynir örneklerinin hazırlanması Soltani ve ark. (2016b)’nın belirttiği şekilde, bazı modifikasyonlar yapılarak Şekil 3.14’te verilmiştir.



Şekil 3.14. SEM'de incelenecek peynir örneklerinin hazırlanması



Şekil 3.15. Peynir örneklerinde mikroyapının incelenmesi aşamaları (A; Örneklerin %3'lük Glutaraldehitte bekletilmesi, B; Liyofilizatörde kurutma, C; Kuruyan örneklerin altınla kaplanması, D; Kaplanmış örneklerin alüminyum stublara yapıştırılması, E; Örneklerin mikro yapısının incelendiği taramalı elektron mikroskobu)

3.2.4. Fiziksel Nitelikler

a) Tekstür Profil Analizi: Peynir örneklerinin tekstürel özellikleri, TA-XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, England) tekstür analizörü kullanılarak Ahmed ve ark. (2005)'da verilen metoda göre belirlenmiştir. Analiz edilecek örnekler 2 cm³ boyutlarında kesilmiştir. Baskıda 7.5 cm çapında alüminyum silindirik prob (P75) kullanılmıştır. Ön sıkıştırma ve sıkıştırma hızı 1 mm/sn olacak şekilde, toplam 10 sn'ye ayarlanarak, örnek orijinal boyutunun % 25'ini sıkıştıracak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.16). Tekstür profil analiz tekniğine göre, iki ardışık sıkıştırma uygulanan örneklerin tekstür profil parametreleri (Şekil 3.17) belirlenmiştir.

Tekstür profil parametreleri:

Birincil parametreler;

Sertlik (Hardness; N): İlk sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelmektedir.

Elastikiyet (Springiness; mm): İlk sıkıştırmanın bitimi (kuvvetin yavaş bir şekilde uzaklaştırılması) ve bunu takiben ikinci sıkıştırmanın başlangıcı arasında geçen zaman aralığı olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, birinci sıkıştırma sonundaki yükseklik ile ikinci sıkıştırmaya başlama yüksekliği arasındaki mesafedir.

Dış yapışkanlık (Adhesiveness; Nmm): Gıdanın yüzeyi ile temas ettiği yüzey arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli iş olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, ilk sıkıştırmada gözlenen negatif alandır (A3).

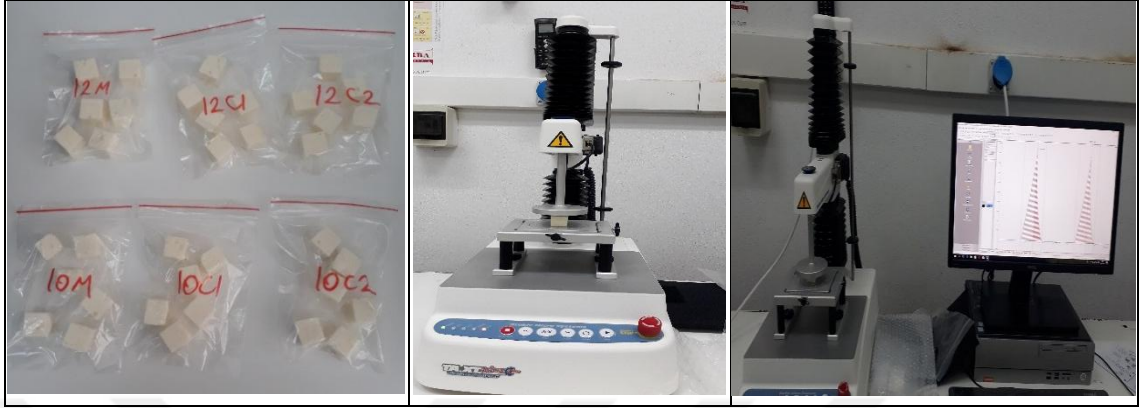
İç yapışkanlık (Cohesiveness): Gıdanın yapısını oluşturan iç bağların gücü olarak tanımlanmaktadır. İkinci sıkıştırmada gözlenen pozitif kuvvetin ilk sıkıştırmada gözlenen pozitif alana oranıdır (A2/A1).

İkincil parametreler;

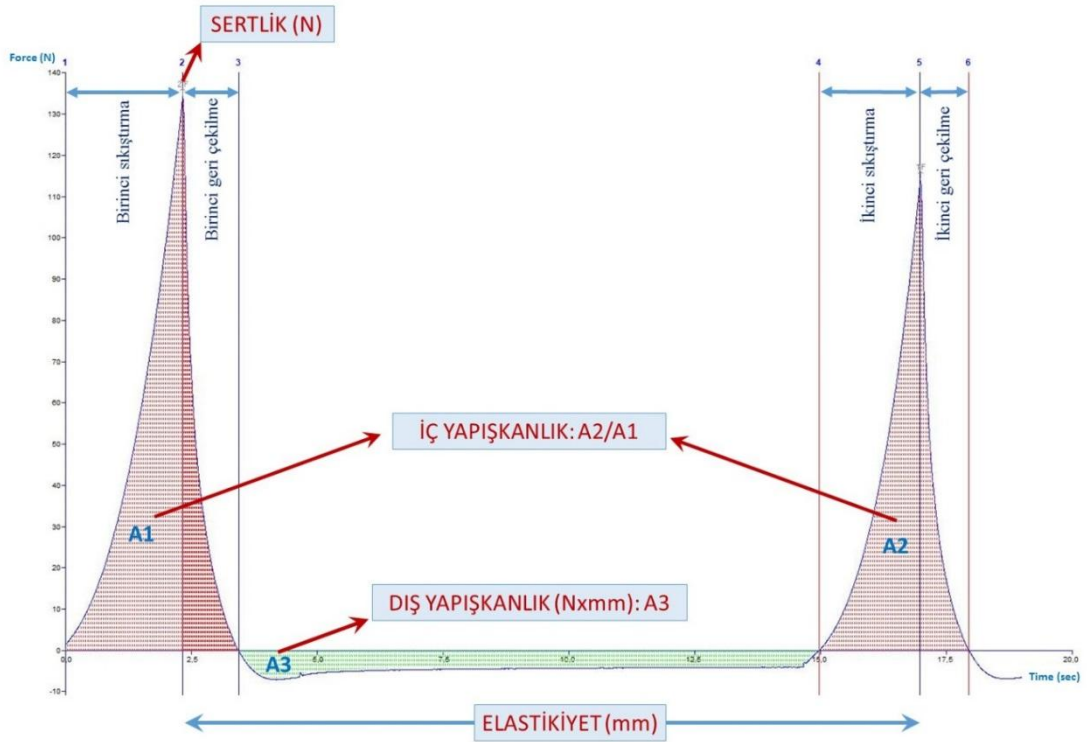
Sakızımsılık (Gumminess; N): Yarı katı özellikte bir gıdanın yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin çarpımıdır.

Çiğnenebilirlik (Chewiness; Nmm): Katı özellikte bir gıdanın yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, sertlik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin çarpımıdır.

Esneklik (Resilience; mm): Peynir üzerinden kuvvet hızlı bir şekilde uzaklaştırıldıktan sonra deforme olmuş peynirin orijinal pozisyonuna geri dönebilirliğinin ölçümüdür.



Şekil 3.16. Peynirler örneklerinde Tekstür Profil Analizi (TPA)



Şekil 3.17. Tekstür Profil Analizi ile ölçülen parametreler

b) Renk Analizi: Süt, peyniraltı suyu ve peynir örneklerinin renk parametreleri L^* , a^* , b^* değerleri Hunter renk ölçüm cihazı (Colorflex-EZ, HunterLab, Virginia, Amerika) ile belirlenmiştir. Cihaz siyah ve beyaz seramik kalibrasyon levhalarıyla kalibre edilmiş olup; ölçüm haznesi örneklerle kaplanmış ve her bir örnek için ölçüm 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, gün ışığı D65'te yapılmıştır. Örneklerin beyazlık indeksi (WI), kroma (C) ve Hue değerleri aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmıştır (Palou ve ark., 1999).

- L^* : Aydınlık (Siyahtan beyaza)
- a^* : Kırmızı (+) ve yeşillik (-)
- b^* : Sarı (+) ve mavilik (-)
- $WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0.5}$ (3.2)
- $C = (a^2 + b^2)^{0.5}$ (3.3)
- Hue = arctan b/a
- WI: Beyazlık indeksi
- C: Kroma

Duyusal Analizler: Duyusal analizler olgunlaşmanın 30., 60. ve 90. günlerinde Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim üyeleri ve Araştırma görevlilerinden oluşan 10 panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Analiz için peynir örnekleri oda sıcaklığında 10-15 g'lık porsiyonlar halinde ve yanında ekmek ve su ile panelistlere sunulmuştur. Peynir örneklerinde duyusal değerlendirmeler Bodyfelt ve ark., (1988), Romeih ve ark. (2002) ve Yuceer ve ark. (2007) tarafından belirtilen duyusal değerlendirme formu modifiye edilerek Ek 1'de verilen duyusal değerlendirme formuna göre gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analizler: Olgunlaşma süresi (4), kullanılan farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin (3) ve tuz konsantrasyonunun (2) peynirin kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve duyusal niteliklerine etkisini belirlemek için SPSS programı (IBM SPSS Statistics Version 24) kullanılarak, salamura tuz konsantrasyonunun etkisini belirlemek için T testi; olgunlaşma süresinin ve enzim çeşitliliğinin etkisini belirlemek için de one-way ANOVA uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Genel Nitelikler

4.1.1. İnek Sütü, Teleme ve Peyniraltı Suyu Genel Nitelikleri ve Randıman

Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün kimyasal kompozisyonu teleme ve peyniraltı suyu ile birlikte Çizelge 4.1’de verilmiştir. Süt yağ ve asitlik değerleri açısından Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği (14 Şubat 2000-Sayı:23964)’nde belirtilen değerlere (yağ; en az % 3.5, asitlik; % 0.135-0.20 süt asidi, protein; en az % 2.9) uygundur. Anılan tebliğde yağsız kurumaddenin en az % 8 olduğu belirtilmiş olup; çalışmamızda kullanılan sütün ise % 8.28 olduğu belirlenerek bu anlamda da tebliğe uygun olduğu görülmüştür. Mikrobiyal kaynaklı fermente peynir mayası (M) ile üretilen, % 85 kimozi ve % 15 pepsin içeren % 100 buzağı renneti (C1) ve *Saccharomyces (Kluyveromyces) lactis* suşlarına aktarılmış rekombinant fermente kimozi (C2) ile üretilen telemeler benzer kimyasal nitelikler göstermiştir. Bunun nedeni ise baskılama işlemi sırasında tüm teleme örneklerinde hem kurumadde hem de pH kontrollerinin yapılması olup; benzer pH ve kurumadde içeriklerinde baskıya son verilmesidir. Baskılama sonrası arta kalan peyniraltı suları da toplam kurumadde, titrasyon asitliği ve pH içeriği bakımından farklılık göstermemiştir. Peyniraltı sularının kurumadde içeriği ve yağ oranı, Blaschek ve ark. (2007)’nin belirlediği değerler (kurumadde içeriği % 3.5 ve % 8.4; yağ oranı % 0.1 ve % 0.4) arasında tespit edilmiştir. Gallardo-Escamilla ve ark. (2005) ise Cheddar, Gouda ve Mozzarella peynirlerinin üretimi sırasında peyniraltı sularının toplam kurumadde içeriğini % 6.1-7.1, toplam proteini % 0.68-0.91, toplam yağı % 0.29-0.49 ve pH değerlerini ise 4.61-6.31 arasında belirlemişlerdir.

Çizelge 4.1. İnek Sütü, Peyniraltı suları ve telemelerde genel nitelikler (g/100 g)

Parametreler	Süt	Peynir Mayası	Teleme	Peyniraltı Suyu
Kurumadde (%)	12.73±0.06	M	57.71±0.18	6.93±0.01
		C1	57.15±0.17	6.96±0.08
		C2	57.62±0.40	6.89±0.01
		P	Ö.D.	Ö.D.
Yağ (%)	4.45±0.36	M	32.44±0.35	0.48±0.04
		C1	33.19±1.06	0.35±0.07
		C2	32.56±1.59	0.33±0.11
		P	Ö.D.	Ö.D.
Protein (%)	3.20±0.10	M	22.74±0.93	0.76±0.02
		C1	21.52±0.06	0.86±0.06
		C2	22.70±0.07	0.88±0.04
		P	Ö.D.	Ö.D.
WSN (%)	-	M	0.18±0.01	-
		C1	0.21±0.01	-
		C2	0.19±0.05	-
		P	Ö.D.	-
Kül (%)	0.60±0.10	M	1.65±0.04	0.37±0.09
		C1	1.64±0.06	0.42±0.01
		C2	1.57±0.08	0.40±0.01
		P	Ö.D.	Ö.D.
Titrasyon Asitliği (°SH)	8.66±0.13	M	51.22±0.48	10.54±0.53
		C1	49.65±3.11	10.54±0.53
		C2	49.60±2.49	10.73±0.26
		P	Ö.D.	Ö.D.
pH	6.52±0.02	M	5.08±0.08	5.69±0.20
		C1	5.10±0.06	5.69±0.21
		C2	5.09±0.01	5.70±0.21
		P	Ö.D.	Ö.D.
Laktoz (g/100g)	4.25±0.08	M	0.88±0.14	6.61±0.18 ^a
		C1	0.80±0.02	5.49±0.22 ^b
		C2	0.79±0.01	5.01±0.10 ^c
		P	Ö.D.	***
Glikoz (mg/kg)	36.07±0.33	M	12.71±0.11 ^c	11.25±1.00
		C1	13.57±0.11 ^b	11.99±0.86
		C2	14.21±0.12 ^a	12.18±0.70
		P	***	Ö.D.
Galaktoz (mg/kg)	138.17±0.67	M	512±274.46	504±14.07 ^a
		C1	734±273.20	355±8.73 ^b
		C2	727±317.00	335±19.63 ^b
		P	Ö.D.	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozin peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Peynir üretiminde 16 kg sütte elde edilen telemeler tartılarak % randıman hesaplanmıştır. Sonuçta M, C1 ve C2 pıhtılaştırıcı enzimler ile üretilen peynirlerde randımanlar sırasıyla; % 10,86±0,46, % 11,29±0,33 ve % 11,44±0,11 olarak belirlenmiştir. Enzim çeşitliliği randıman üzerine önemli ($p>0.05$) bir etki yaratmamıştır.

4.1.2. Peynirlerde Genel Nitelikler

4.1.2.1. Kurumadde, Yağ ve Kurumaddede Yağ

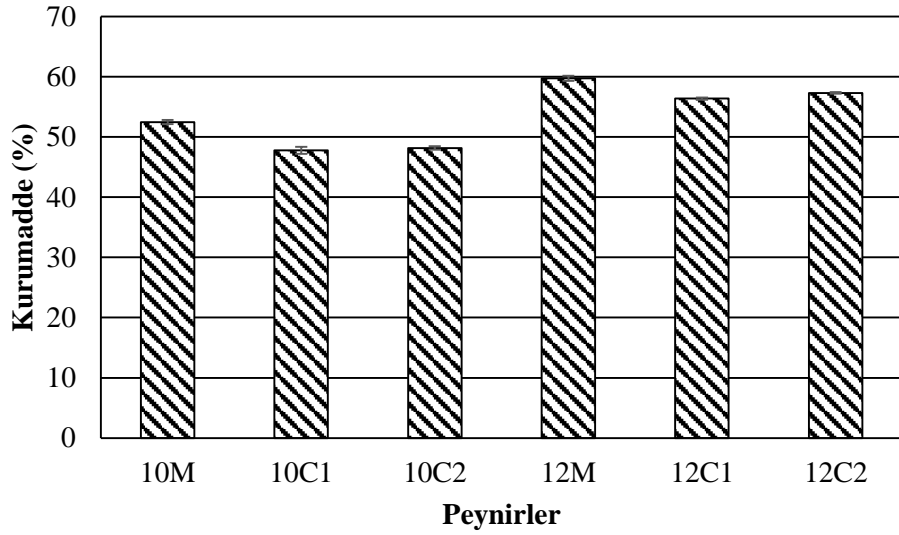
Daha önce de belirtildiği gibi üç farklı ticari pıhtılaştırıcı kullanılarak üretilen; önce % 12 ve % 14, daha sonra da % 10 ve % 12 tuz içeren salamuralarda toplamda 90 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirlerin, olgunlaşma süresince kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tüm peynir örneklerinde hem olgunlaşma süresi hem de salamuranın tuz konsantrasyonu peynirlerin kurumadde içeriklerini önemli düzeyde ($p<0.01$; $p<0.001$) etkilemiştir. Olgunlaşma sırasında her üç enzimle üretilen peynirlerde kurumadde içeriklerinde bir azalma gözlemlenmiştir. Ancak en fazla azalma % 10 tuz içeren salamurada olgunlaştırılan peynirlerde gözlemlenmiştir. Tuz içeriğinde % 2’lik bir artış peynir kitlesinden salamuraya kurumadde geçişini azaltıcı yönde bir rol oynamıştır. Çünkü tüm peynirlerin kurumaddeleri arasında % 2’lik tuz fazlalığından gelen kurumadde artışının çok daha üzerinde kurumadde içeriği, % 10 tuz içeren salamuraya kıyasla % 12 tuz içeren içeren salamurada olgunlaştırılan peynirlerde tespit edilmiştir. Enzim çeşitleri açısından ise en yüksek kurumadde içeriğini mikrobiyal fermente pıhtılaştırıcı enzimle üretilen peynir (M) göstermiştir. Onu C2 ve C1 peynirleri takip etmiştir. Her üç enzimle üretilen telemeler benzer kurumadde içeriği göstermesine rağmen, olgunlaşma sırasında peynirler arasındaki önemli farklılıklar enzimin proteolitik aktivitesi ve enzimin rennin içeriğiyle ilişkili olabilmektedir. Peynirlerin kurumadde içeriğindeki en fazla azalma oranı salamurada % 10 tuz içeren olgunlaştırılan peynirlerde ve olgunlaşmanın 30. gününde gözlemlenmiştir. Kurumadde içeriğinde benzer bir eğilim Şahingil ve ark. (2014) tarafından yapılan pastörize inek sütünden starter kültür ya da starter kültür+yardımcı kültür kullanılarak üretilen ve % 12 tuz içeren salamurada 120 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde tespit edilmiştir. Olgunlaşma sırasında kurumadde içeriğinde azalma % 5-% 10 tuz içeren salamura kullanılan Gaziantep salamura

peynirinde (Kaya, 2002), çiğ inek sütünden üretilen ve 120 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirde (Yıldız ve Öner, 2017) yine ısıtma işlemi uygulanmış inek sütünden üretilen Beyaz peynirlerde (Öner ve ark., 2006) ve salamura tuz konsantrasyonu % 13 olan peynirlerde (Başyigit-Kılıç ve ark., 2009) de belirlenmiştir. Bu durum kurumadde kitlesinde bulunan suda çözünen bileşenlerin salamuraya geçişi ile ilişkili olmaktadır. Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde peynirden salamuraya ve salamuradan peynire geçişlerin olduğu dinamik bir durum söz konusudur. Bunun yanı sıra daha önce de belirtildiği gibi salamuranın tuz konsantrasyonu kurumadde değişimi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda genellikle % 15 ya da % 16 tuz içeren salamuralarda (Kaya, 2002; Aydemir, 2017) ya da % 16'lık ön salamura ve % 14'lük depolama salamurasının (Dağdemir ve ark., 2003) kullanıldığı peynirlerde kurumadede depolama sırasında bir artış gözlemlenmiş ancak kurumadede tuz konsantrasyonu % 15'in üzerinde tespit edilmiştir.

Peynirlerin yağ içerikleri ise % 24.05-% 32.56 arasında değişim göstermiştir. Yağ içerikleri % 10 salamuralı C1 peyniri hariç olgunlaşma süresinden etkilenmemiştir. Yüzde 12 salamuralı Beyaz peynirlerin yağ içerikleri % 10 salamuralı peynirlere kıyasla biraz daha yüksek tespit edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada da (Süner, 2018) iki farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak benzer bir yöntemle üretilen salamuralı Beyaz peynirlerde yağ içeriği en az % 18.17 en yüksek ise % 23.33 belirlenmiştir. Peynir üretimi sırasında yağ/protein oranı standardize edilmediğinden kullanılan sütün yağ içeriğindeki farklılık anılan duruma neden olabilir.

Gerek enzim çeşidi gerekse salamura tuz konsantrasyonu peynirlerin kurumadede yağ değeri üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Peynirlerin kurumadede yağ değerleri % 51.73-% 55.76 arasında değişim göstermiştir. Güler ve Uraz (2004), olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerin kurumadede yağ içeriğini en az % 38.16 ve en fazla ise % 53.98 belirlemiş olup; ortalama % 47.8'lik bir değer saptamışlardır. Salum ve ark. (2018), inek sütünden geleneksel yöntemle üretilen ve 6 ay olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde kurumadede yağ içeriklerinin % 47.7-% 56.3 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Şahingil ve ark. (2014) ise peynir starter kültürü kullanarak pastörize süttten ürettikleri 6 °C ve 12 °C'de olgunlaştırdıkları Beyaz peynirlerde kurumadede yağ içeriğinin % 58.11-% 67.09 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Cinbaş ve Kılıç (2006) ise endüstriyel ve geleneksel yöntemle üretilen Beyaz peynirlerin kurumadede yağ içeriğini

% 48.1 ve % 45.5 oranında belirlemiştir. Görüldüğü üzere kurumaddede yağ içerikleri hem peynirlerin kurumadde oranına hem de % yağ içeriğine bağlı olarak değişim göstermiştir. Tüm peynirler % 40'ın üzerinde kurumadde ve % 45'in üzerinde ise kurumaddede yağ içerdiğinden Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre tam yağlı peynir sınıfında yer almaktadır. Olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde tüm peynirlerin ortalama kurumadde ve kurumaddede yağ değerleri ise Şekil 3.18 ve Şekil 3.19'da gösterilmiştir. Şekil 3.18'de görüldüğü üzere, en yüksek ortalama kurumadde içeriğine (% 59.72) 12M peyniri sahip olmuş; onu 12C2 (% 57.30), 12C1 (% 56.35), 10M (% 52.46), 10C2 (% 48.15) ve 10C1 (% 47.75) izlemiştir. Dolayısıyla salamuranın tuz konsantrasyonundan bağımsız olarak mikrobiyal fermente rennetle üretilen peynir diğerlerine kıyasla daha yüksek bir kurumadde içeriği sergilemiştir.

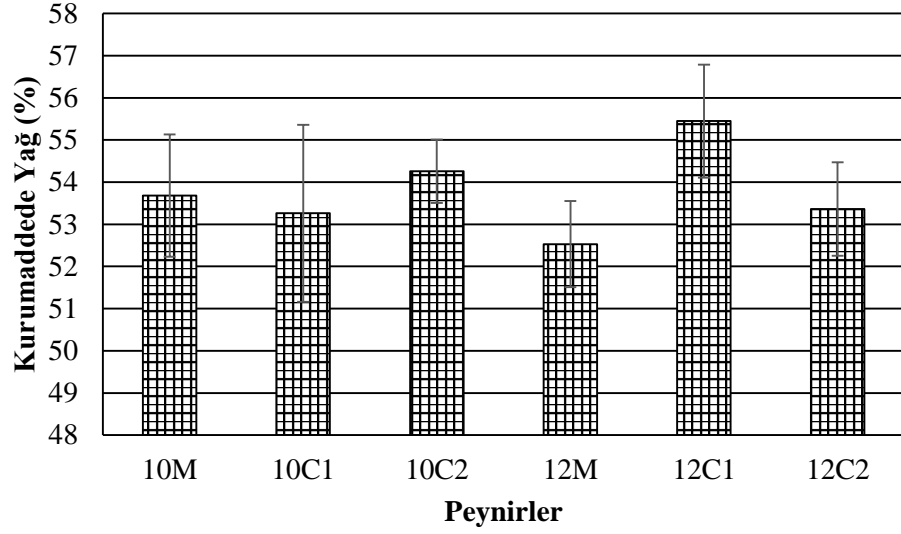


Şekil 3.18. Tüm peynirlerde ortalama kurumadde değerleri (g/100 g)

Çizelge 4.2. Peynirlerde olgunlaşma süresince kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerleri (g/100 g peynir)

Parametreler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Kurumadde (%)	2	54.51±0.33 ^a	60.63±0.26 ^{aX}	***	53.75±0.36 ^a	58.33±0.26 ^{aZ}	***	54.26±0.20 ^a	59.31±0.25 ^{aY}	***	Ö.D.	***
	30	50.17±0.57 ^{cx}	59.88±1.14 ^{aX}	***	46.19±1.05 ^{by}	55.49±0.97 ^{bZ}	***	46.59±0.65 ^{by}	57.72±0.53 ^{bY}	***	***	**
	60	52.99±0.28 ^{bx}	61.21±0.55 ^{aX}	***	45.47±0.71 ^{by}	56.21±0.44 ^{bY}	***	46.26±0.61 ^{by}	57.42±0.80 ^{bY}	***	***	***
	90	52.19±1.24 ^{bx}	57.17±1.06 ^{bx}	**	45.66±0.09 ^{by}	55.37±0.40 ^{bY}	***	45.51±0.91 ^{by}	54.75±0.92 ^{cY}	***	***	*
	p1	***	**		***	***		***	***			
Yağ (%)	2	29.77±0.55	32.56±2.52	Ö.D.	29.97±0.80 ^a	30.85±1.14	Ö.D.	30.13±0.96	31.57±1.41	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	26.78±1.94 ^x	31.88±0.05 ^X	Ö.D.	24.05±0.33 ^{bx}	28.92±0.86 ^Y	*	26.15±1.95 ^x	30.58±0.18 ^Y	Ö.D.	Ö.D.	*
	60	27.93±2.22	32.77±4.40	Ö.D.	24.45±0.41 ^b	30.01±0.49	**	25.29±0.27	30.98±0.52	**	Ö.D.	Ö.D.
	90	28.20±1.25	30.04±2.51	Ö.D.	25.32±0.51 ^b	28.64±3.75	Ö.D.	25.24±0.95	29.16±0.35	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		***	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Kurumaddede Yağ (%)	2	54.61±0.45	53.70±3.02	Ö.D.	55.76±0.51	52.89±0.79	Ö.D.	55.53±0.94	53.23±0.59	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	53.38±1.39	53.24±0.21	Ö.D.	52.07±1.19	52.12±1.04	Ö.D.	56.13±1.68	52.98±1.94	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	52.71±3.41	53.54±2.86	Ö.D.	53.77±1.04	53.39±0.11	Ö.D.	54.67±0.69	53.95±0.81	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	54.03±1.00	52.55±2.35	Ö.D.	55.45±0.42	51.73±2.77	Ö.D.	55.46±2.05	53.26±1.04	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).



Şekil 3.19. Tüm peynirlerde ortalama kurumaddede yağ değerleri (g/100 g)

Şekil 3.19’da da görüldüğü üzere peynirlerde ortalama kurumaddede yağ içeriği açısından 12C1 peyniri en yüksek değere (% 55.45) sahip olup; onu 10C2 (% 54.26), 10M (% 53.68), 12C2 (% 53.36), 10C1 (% 53.26) ve 12M (% 52.53) takip etmiştir. Görüldüğü üzere kurumadde içeriğindeki değişimlerle birlikte yani yağsız kurumaddenin azalması toplam kurumaddede yağ içeriğini artırıcı yöde bir etki yaratmıştır.

4.1.2.2. Toplam Protein, Suda Çözünen Azot ve Olgunlaşma İndeksi

Peynirde suda çözünen azot fraksiyonu küçük, orta büyüklükte peptidleri ve peptidlerin hidrolizi sonucu oluşan amino asitleri içermektedir. Peynirlerde suda çözünen azot içeriği büyük oranda kimozin aktivitesine ve kısmen de sütün doğal proteazı olan plazmin aktivitesine, bunların yanı sıra starter ya da starter olmayan bakterilerden sentezlenen enzim aktivitelerine bağlı olarak değişebilir (Fox ve ark., 2017). Beyaz peynir diğer bazı tip peynirlere kıyasla (örneğin; pıhtısı haşlanan) rutubet içeriği yüksek olduğundan peynir kitlesinde daha fazla kimozin enzimi tutulabilmektedir. Bu durum ise proteolizi teşvik etmektedir. Bunun yanı sıra rutubette tuz içeriği de enzim aktivitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Guinee, 2004). Peynir üretimi sırasında starter kültür kullanılmadığı durumlarda starter olmayan laktik asit bakterilerinin çoğu suşları rutubette % 10 tuz içeriğinde inhibe olabilmektedirler. Yüksek tuz konsantrasyonu proteolizi etkilediğinden

olgunlaştırmayı geciktirmekte ancak düşük tuz konsantrasyonunun neden olduğu peynirde gözlemlenen acılık kusurunu da önlemektedir (Fox ve ark., 2017). Dolayısıyla araştırmacılar proteolizi çoğunlukla peynirin tuz içeriği ile ilişkilendirmişlerdir. Diğer yandan enzim ilavesi sonrası peynir pıhtısına yüksek sıcaklıklarda ısı işlem uygulanması ise enzim denatürasyonu sonucu enzim kaynaklı proteolitik aktivitede bir azalmaya neden olabilir.

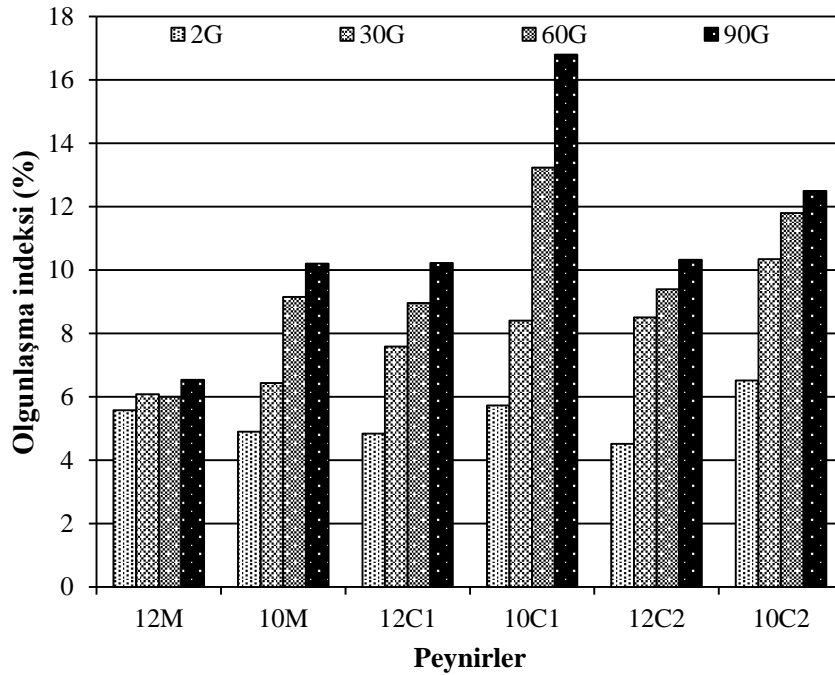
Çalışmamızda suda çözünen azot, toplam azot, ve serbest amino asitler analizlenmiş olup; azotlu bileşenlerde meydana gelen değişimler gözlemlenmeye çalışılmıştır. Protein değerleri tüm peynirlerde özellikle olgunlaşmanın 30. gününde 2. gününe kıyasla belirgin bir düzeyde azalmıştır (Çizelge 4.3). Ancak yalnızca salamurada % 10 tuz içeren C1 (10C1) ve C2 (10C2) peynirlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir azalma gözlemlenmiştir. Peynirlerde toplam protein değerleri 30. günden olgunlaşmanın sonuna kadar az bir düzeyde artma/azalma ya da değişmeme yönünde bir eğilim göstermiştir. En az protein içeriği (% 12.78) 10C1 peynirinde 90. günde tespit edilirken; en yüksek protein içeriği ise (% 22.45) salamurada % 12 tuz içeren M peynirinde (12M) olgunlaşmanın 2. gününde belirlenmiştir. Toplam protein içeriğini Güler ve Uraz (2004), % 12.88-% 20.50; Cinbaş ve Kılıç (2006), % 13.40-% 15.30; Salum ve ark. (2018), % 17.10-% 18.70 ve Şahingil ve ark. (2014), % 16.06-% 22.33 aralığında belirlemişlerdir. Süner (2018) ise 120 gün olgunlaştırılan % 8 tuz içeren salamuralı Beyaz peynirde en az % 14.07 en fazla ise % 18.43 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda belirlediğimiz protein değerleri ise daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilen sınırlar arasında yer almaktadır.

Proteoliz düzeyi ise toplam azot içerisinde suda çözünen azot oranının hesaplanmasıyla (Şekil 3.20) ve toplam serbest amino asit içeriğiyle değerlendirilmiştir. Salamurada olgunlaştırılan ya da depolanan peynirlerde diğer bazı peynir çeşitlerine kıyasla daha az oranda proteoliz gözlemlendiği belirtilmiştir (Güler ve Uraz, 2004). Peynirlerde suda çözünen azotun toplam azot içerisindeki oranı proteolizin bir göstergesi olabileceği gibi, % 12'lik TCA'da çözünen azot, 4.6 pH'da çözünen azot ve en önemlisi de serbest aminoasit düzeyi peynirlerde proteolizin en iyi indikatörleri olabilmektedirler.

Bu bağlamda olgunlaşma sırasında peynirlerin suda çözünen azot içerikleri 12M hariç olgunlaşmanın başından sonuna doğru artmıştır. Olgunlaşmanın sonunda en yüksek suda çözünen azot içeriği, % 0.34'lük değerle 10C1 peynirinde; en düşük ise 10M

peynirinde (% 0.20) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Güler ve Uraz (2004), olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerde suda çözünen azot içeriğini en az % 0.27 en yüksek ise % 0.90 olarak tespit etmişlerdir. Salum ve ark. (2018) ise farklı bölgelerden temin edilen 6 ay olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerde anılan değeri en az % 0.549 en fazla ise % 0.943 olarak belirlemişlerdir. Hayaloğlu ve ark. (2002) ise ticari Beyaz peynirlerde % 0.310-% 0.630 arasında suda çözünen azot içeriği değerlerini belirtirken; olgunlaşmamış ve olgunlaşmış Beyaz peynirlerde de en az % 0.069 en fazla % 0.580 olduğunu bildirmişlerdir.

Genel olarak rutubet içeriği yüksek olan yani salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde suda çözünen azot içerikleri ya da toplam azot içerisindeki suda çözünen azot oranları salamurada % 12 tuz içeren peynirlere kıyasla daha yüksek belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bunlara ilaveten peynirin pH düzeyi de enzim aktivitesini yani rennet aktivitesini etkileyebilir. Pıhtıda tutulan rennetin α -1 kazein üzerine aktivitesi, pH 5.8'de optimum iken pH 4.6'da kazeinlerin agregasyonu yüzünden yani kazeinlerin net yükleri azaldığı için minimum düzeyde gerçekleşebilmektedir (Fox ve ark., 2017).



Şekil 3.20.Olgunlaşma süresince peynirlerde olgunlaşma indeksi değerleri (%)

4.1.2.3. Tuz, Rutubette Tuz ve Kül

Salamurada tuzlanan peynirlerin tuz içeriklerini; salamuranın tuz konsantrasyonu, tuzlama süresi, salamura ve telemenin sıcaklığı, peynir kalıplarının büyüklüğü, ön salamuralama yapılan peynirlerde pıhtının rutubette tuz içeriği, pıhtının rutubet içeriği ve salamura ve telemenin pH değerleri önemli düzeyde etkilemektedir (Uraz ve Gencer, 2000; Guinee, 2004; McMahon ve ark., 2009). Genel bir kural olarak salamurada olgunlaştırılan peynirlerde salamura pH'sı teleme pH'sına yakın (5.0-5.3 pH) ayarlanmaktadır. Çünkü asitlik gelişimi hem koruyucu bir etkiye neden olmakta hem de peynir yüzeyindeki yumuşama kusurunu azaltmaktadır. Ancak salamura pH'sının 4.6'ya kadar aşırı düzeyde düşmesi ise proteinlerin çökmesine ve peynir yüzeyinden daha fazla suyun kaybolmasına neden olabilir. Bu durumun ise tuzun peynire geçişini azaltabileceği ifade edilmiştir (Guinee, 2004). Genelde tuzlama peynir pıhtısından peyniraltı suyunun uzaklaştırılmasını hızlandırır ve peynirin rutubet içeriğini azaltır. Ancak bu durum peynirin kalsiyum içeriği, salamuralama sıcaklığı ve süresi gibi bazı faktörler tarafından da etkilenmektedir. Düşük tuz konsantrasyonu (< % 0.8) peynir proteinlerinde fiziksel değişimlere neden olabilir yani onların suda çözünübilirliğini ve su tutmalarını artırıcı yönde bir etki yapabilir. Bunların yanı sıra salamura içerisine CaCl_2 ilavesi, yani % 0.5- % 0.6 arasında kalsiyum, peynir yüzeyinden salamuraya kalsiyum sızmasını engelleyici yönde bir etkiye neden olabilir. Kindstedt ve ark. (1996), peynirlerde iç kısma kıyasla yüzeyde kalsiyum konsantrasyonunun daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, kalsiyumun peynirin yüzeyinden salamuraya doğru geçme eğilimi gösterdiğini, bu durumda da peynirde protein daha fazla su bağladığından kazeinin çözündüğü ve şişme kusurunun ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Bu problemin çözümü için genellikle salamuraya CaCl_2 ilave edilmektedir. Burada primer amaç, peynir yüzeyinin yumuşama riskini minimize etmektir. Kristensen (1999) de yeterli düzeyde CaCl_2 'nin salamuraya ilavesinin kalsiyumun koloidal formu ile çözünabilir formu arasında bir denge sağladığını bu nedenle de proteinin su bağlamasını engellediğini ifade etmiştir. Salamuradan peynire tuz difüzyonu peynir-salamura arasındaki bir kütle transferi şeklinde olup; salamuranın kompozisyonuna büyük ölçüde bağlıdır.

Çizelge 4.3. Peynirlerde olgunlaşma süresince toplam protein, suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri (g/100 g)

Parametreler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Protein (%)	2	19.77±0.09 ^x	22.45±1.34	Ö.D.	18.65±0.26 ^{ay}	22.02±2.10	Ö.D.	18.93±0.02 ^{ay}	22.19±2.00	Ö.D.	*	Ö.D.
	30	16.74±1.03	20.83±0.26	*	14.97±1.24 ^b	19.11±1.82	Ö.D.	13.62±0.44 ^b	19.81±1.87	*	Ö.D.	Ö.D.
	60	18.08±1.63 ^x	20.84±0.51 ^X	Ö.D.	14.02±0.23 ^{bcy}	18.44±0.46 ^Y	**	14.23±0.14 ^{by}	18.86±0.29 ^Y	**	*	*
	90	16.80±0.48 ^x	19.55±0.27	*	12.78±0.04 ^{cy}	18.63±1.06	*	13.12±0.86 ^{by}	17.98±1.31	*	**	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.	**	Ö.D.	Ö.D.	***	Ö.D.	Ö.D.			
WSN (%)	2	0.16±0.04 ^c	0.20±0.01	Ö.D.	0.17±0.01 ^c	0.17±0.01 ^b	Ö.D.	0.19±0.03	0.16±0.01 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	0.17±0.01 ^c	0.20±0.04	Ö.D.	0.19±0.01 ^c	0.22±0.08 ^b	Ö.D.	0.22±0.01	0.27±0.05 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	0.26±0.03 ^b	0.20±0.01 ^Y	Ö.D.	0.30±0.05 ^b	0.26±0.04 ^{aX}	Ö.D.	0.27±0.05	0.28±0.03 ^{aX}	Ö.D.	Ö.D.	*
	90	0.32±0.03 ^a	0.20±0.03 ^Y	Ö.D.	0.34±0.06 ^a	0.30±0.01 ^{aX}	Ö.D.	0.26±0.08	0.29±0.01 ^{aX}	Ö.D.	Ö.D.	*
	p1	**	Ö.D.	**	*	*	Ö.D.	*				
Olgunlaşma İndeksi (%)	2	5.16±0.01 ^{dz}	5.67±0.03 ^{cX}	**	5.82±0.03 ^{dy}	4.93±0.03 ^{dY}	***	6.40±0.02 ^{dx}	4.60±0.01 ^{dZ}	***	***	***
	30	6.47±0.03 ^{cz}	6.13±0.04 ^{bZ}	*	8.10±0.01 ^{cy}	7.34±0.06 ^{cY}	**	10.31±0.01 ^{cx}	8.71±0.02 ^{cX}	***	***	***
	60	9.17±0.03 ^{bz}	6.12±0.01 ^{bZ}	***	13.65±0.04 ^{bx}	9.00±0.02 ^{bY}	***	12.11±0.01 ^{by}	9.47±0.03 ^{bX}	***	***	***
	90	12.15±0.01 ^{az}	6.53±0.04 ^{aX}	***	17.00±0.02 ^{ax}	10.27±0.01 ^{aX}	***	12.64±0.06 ^{ay}	10.30±0.04 ^{aY}	***	***	***
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

Salamura tuz konsantrasyonunun artması peynire tuzun daha hızlı difüze olmasını ve daha düşük peynir rutubetine neden olabilir. Ancak doymuş salamura konsantrasyonu, protein matriksinde bir kasılmaya ve tuz difüzyonunda azalmaya neden olabilir (Melilli ve ark., 2003). Dolayısıyla hem salamuranın asitliği hem de tuz konsantrasyonu peynire tuz difüzyonunda en önemli parametreler arasında yer aldığı görülmektedir.

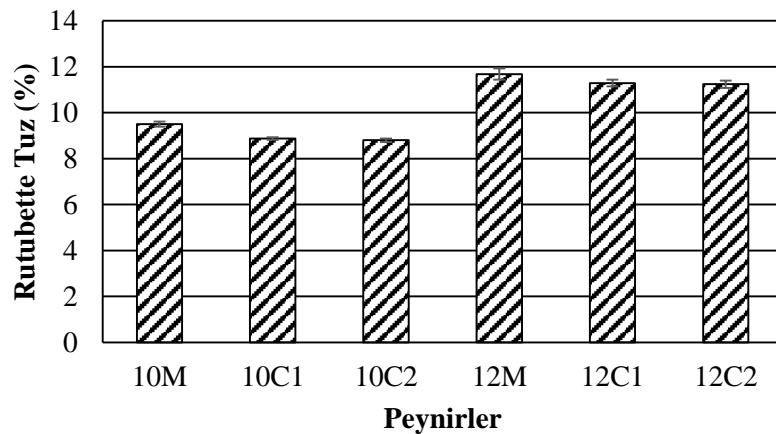
Çalışmamızda 2. günde peynirlerin pH değerleri 4.98-5.05 arasında değişmiş ve istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.6). Aynı dönemde salamuraların pH değerleri ise 4.40-4.70 arasında istatistiksel olarak önemli olmayan bir değişim göstermiştir. Ancak salamuraların pH değerleri 30. günden itibaren artma yönünde bir eğilim göstermiş olup; olgunlaşmanın sonunda 4.8-4.9 pH'ya ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle olgunlaşma sırasında salamuraların pH değerleri 4.4-4.9 arasında değişim göstermiştir. Aynı dönemde peynirlerin pH değerleri ise 4.93-5.07 arasında değişmiştir. Sonuçta peynirler ile salamuraların pH değerleri yakın olmasına rağmen; 2. günde en yüksek tuz oranı salamurada % 12 tuz içeren M peynirinde en düşük ise salamurada % 10 tuz içeren C1 peynirinde gözlemlenmiştir. Hem peynirlerin hem de salamuraların pH değerleri birbirine yakın olmasına rağmen tuz geçişinde başka parametrelerin de etkili olabileceği belirtilmektedir. Söz konusu peynirler enzim hariç aynı koşullarda üretildiğinden ve telemelerin de kurumaddeleri birbirine yakın olmasına rağmen, salamuradan peynire tuz geçişinde pıhtılaştırıcı enzimin diğer bir ifadeyle de peynirin yapısının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Salamuranın tuz içeriğine bağlı olarak % 12 tuz içeren salamuralarda bekletilen peynirlerin tuz oranları, % 10 tuz içeren salamuralarda bekletilen peynirlere kıyasla olgunlaşmanın çoğu kademelerinde önemli düzeyde yüksek ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ise tüm peynirlerin tuz içeriklerini önemli ($p < 0.001$) düzeyde etkilemiştir. Tüm peynirlerin tuz oranları 2. güne kıyasla olgunlaşmanın 30. gününde önemli düzeyde artmıştır. Ancak tuz içerikleri olgunlaşmanın 30. gününden sonra artma/azalma ya da değişmeme yönünde bir eğilim göstermiş olup; bu değişimler 2. günden 30. güne kadar olan değişimlere kıyasla daha minimal düzeyde olmuştur. Peynir çeşitlerini göz ardı ettiğimizde salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde 2. günden 30. güne tuz oranı % 55; salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde de yine aynı dönemde tuz oranı yaklaşık % 44 artmıştır. Olgunlaşmanın 30. gününden 90. gününe kadar ise peynirlerde ortalama tuz oranı hafif bir azalma göstermiştir. Bu durum peynir ile salamura arasındaki

ozmotik basınçla ilişkili olabildiği gibi salamuranın CaCl_2 içermesi salamuradan peynire tuz difüzyonunu azaltıcı ya da engelleyici yönde bir etki yaratmasıyla da ilgili olabilir (Luo ve ark., 2013).

Peynirlerde rutubette tuz içeriklerinde en belirgin artış olgunlaşmanın 30. gününde gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın daha sonraki günlerinde ise belirgin değişimler tespit edilmemiştir (Çizelge 4.4). Yüksek oranda tuz içeren yani salamurada % 12 tuz içeren peynirlerin rutubette tuz içerikleri, salamurada % 10 tuz içeren peynirlere kıyasla önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Peynir üretiminde kullanılan enzim çeşitleri ise olgunlaşmanın 30. gününden sonra salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde rutubette tuz içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir. Peynirler arasında rutubette tuz içeriği, en düşük kurumaddeye sahip olan 10C1 peynirinde olgunlaşmanın 2. gününde en düşük oranda belirlenmiştir. En yüksek rutubette tuz içeriği ise salamurada % 12 tuz içeren M peynirinde tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tüm peynirlerin ortalama rutubette tuz değerleri Şekil 3.21’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere M peynirleri en yüksek rutubette tuz içeriğine sahip olup; onu C1 ve C2 peynirleri izlemiştir. Aslında C1 ve C2 peynirleri rutubette tuz içerikleri açısından benzerlik göstermişlerdir.

Kül içerikleri ise tuz içerikleri gibi olgunlaşmanın 30. gününde en fazla oranda artmıştır (Çizelge 4.4). Beklendiği gibi tuz içerikleri yüksek olan peynirlerin kül içerikleri de yüksek olmuştur. Peynirlerin kül içerikleri % 4.13-% 6.91 arasında belirlenmiştir. Söz konusu değerler, daha önce yapılan bir çalışmada (Salum ve ark., 2018) belirlenen değerlere (% 3.7-% 5.3) yakın tespit edilmiştir.



Şekil 3.21. Tüm peynirlerde ortalama rutubette tuz değerleri (g/100 g)

Çizelge 4.4. Peynirlerde olgunlaşma süresince tuz, rutubette tuz ve kül değerleri (g/100 g)

Parametreler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Tuz (%)	2	3.59±0.12 ^b	4.21±0.03 ^{aX}	*	3.44±0.08 ^c	4.01±0.04 ^{bY}	*	3.70±0.09 ^b	4.16±0.02 ^{bX}	*	Ö.D.	*
	30	5.51±0.04 ^{ay}	5.79±0.01 ^{bY}	**	5.77±0.07 ^{ax}	6.25±0.03 ^{aX}	*	5.36±0.11 ^{ay}	5.74±0.10 ^{aY}	Ö.D.	*	**
	60	5.56±0.07 ^a	5.71±0.08 ^b	Ö.D.	5.51±0.09 ^b	6.16±0.32 ^a	Ö.D.	5.32±0.19 ^a	5.92±0.06 ^a	*	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.38±0.04 ^{ay}	5.72±0.01 ^b	**	5.75±0.02 ^{ax}	6.04±0.17 ^a	Ö.D.	5.43±0.02 ^{ay}	5.90±0.15 ^a	*	**	Ö.D.
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Rutubette Tuz (%)	2	7.31±0.23 ^c	9.66±0.06 ^{cX}	**	6.91±0.14 ^c	8.78±0.08 ^{bZ}	**	7.50±0.17 ^b	9.27±0.05 ^{cY}	**	Ö.D.	**
	30	9.96±0.06 ^{bx}	12.67±0.01 ^{aX}	***	9.82±0.11 ^{ax}	12.38±0.04 ^{aX}	***	9.16±0.17 ^{ay}	11.94±0.18 ^{abY}	**	*	*
	60	10.57±0.12 ^{ax}	12.82±0.16 ^a	**	9.19±0.15 ^{by}	12.25±0.54 ^a	*	9.31±0.23 ^{ay}	12.21±0.10 ^a	**	**	Ö.D.
	90	10.15±0.06 ^{bx}	11.59±0.03 ^b	***	9.60±0.03 ^{ay}	11.78±0.29 ^a	**	9.25±0.03 ^{az}	11.57±0.26 ^b	**	**	Ö.D.
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Kül (%)	2	4.13±0.04 ^{cy}	4.79±0.06 ^c	**	4.27±0.04 ^{cx}	4.60±0.06 ^c	*	4.34±0.01 ^{cx}	4.73±0.03 ^c	**	*	Ö.D.
	30	5.56±0.04 ^{bz}	6.17±0.03 ^{bZ}	**	6.10±0.04 ^{abx}	6.51±0.03 ^{bX}	**	5.75±0.05 ^{aby}	6.42±0.01 ^{bY}	**	**	**
	60	5.97±0.07 ^a	6.66±0.04 ^a	**	5.93±0.13 ^b	6.74±0.15 ^{ab}	*	5.67±0.13 ^b	6.63±0.10 ^a	*	Ö.D.	Ö.D.
	90	6.04±0.03 ^a	6.49±0.10 ^a	*	6.23±0.06 ^a	6.91±0.13 ^a	*	5.98±0.13 ^a	6.56±0.08 ^{ab}	*	Ö.D.	Ö.D.
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

4.1.2.4. Karbonhidratlar

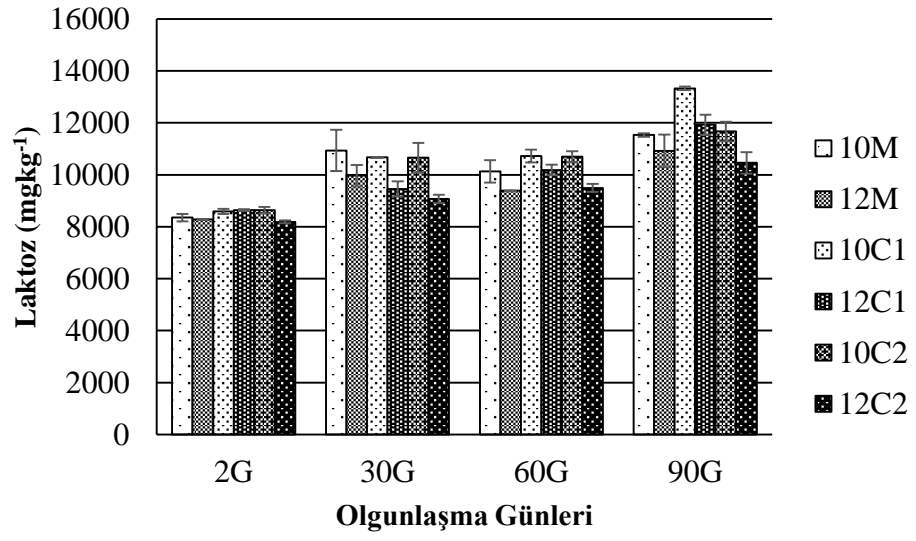
Laktoz, suda çözünen bir bileşen olduğu için peynir üretimi sırasında büyük bir oranının peyniraltı suyuna geçmesi beklenmektedir. Ancak peynirin rutubet oranı laktoz içeriğini de etkilemektedir. Çalışmamızda beklendiği üzere en düşük rutubet içeren peynirlerin laktoz içeriği, yüksek rutubet içeren peynirlere kıyasla daha az belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Ancak olgunlaşma sırasında özellikle salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde kurumadde içeriği 2. güne kıyasla azalmış; peynirler de peyniraltı suyundan oluşan salamuralarda bekletildiğinden laktoz içerikleri kurumaddenin aksine önemli düzeyde bir artma eğilimi göstermiştir. Laktoz artmasına rağmen glikoz yalnızca olgunlaşmanın 2. gününde tespit edilmiş olup; galaktoz ise istatistiksel olarak önemli olmayan bir düzeyde depolama sırasında bir azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum, laktozun kendisini oluşturan monosakkaritlere parçalanmadığını; ancak ortamda bulunan glikozun laktik asit bakterileri tarafından tüketilmiş olabileceğini gösterebilir. Buna rağmen tüm peynirlerin titrasyon asitliği değerleri de 2. ve 30. günler arasında değişmemiştir. Ancak 60. günde önemli düzeyde artmıştır. Söz konusu dönemde tüm peynirlerin galaktoz içerikleri 30. güne kıyasla yüksek; çoğu peynirlerin ise laktoz içerikleri düşük belirlenmiştir. Bu dönemde hiçbir peynirde glikoz tespit edilmemiştir. Bu durum glikoz fermentasyonu üzerinden laktik asitteki artışın nedenini açıklayabilir. Çünkü aynı dönemde peynirlerin laktik asit içerikleri 30. güne kıyasla önemli derecede yüksek belirlenmiştir.

Şekil 3.22’de görüldüğü üzere tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda laktoz içeriğinde bir artma ve Şekil 3.23’te gözlemlendiği üzere galaktoz konsantrasyonlarında bir azalma meydana gelmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere olgunlaşmanın 30., 60., ve 90. günlerinde peynirlerde glikoz tamamıyla tükenmiş ya da tespit edilebilir sınırın altında kalmıştır. Dolayısıyla gerek % 10 tuz içeren gerekse % 12 tuz içeren salamuralarda olgunlaştırılan tüm peynirlerde fermentasyon başlıca glikoz üzerinden gerçekleşmiştir.

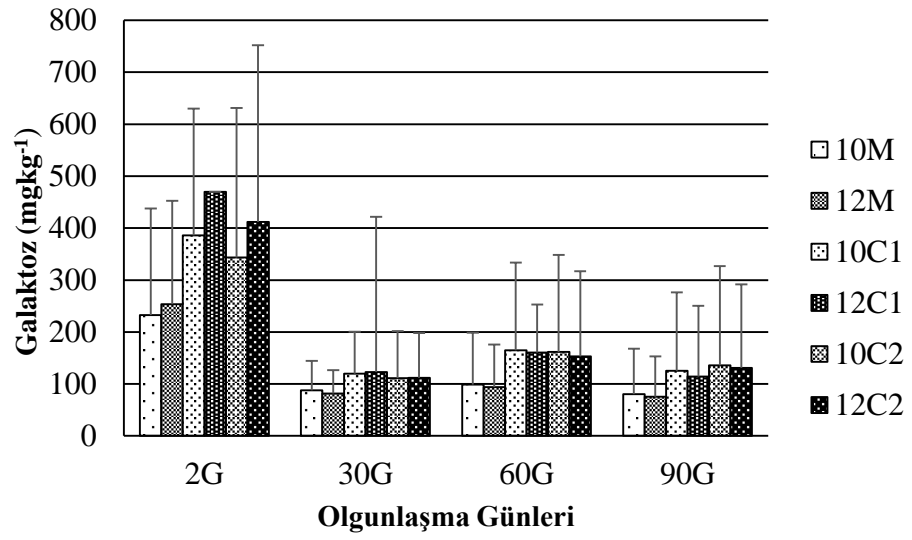
Çizelge 4.5. Peynirlerde olgunlaşma süresince karbonhidrat değerleri (mg/kg)

Şekerler	G ¹	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Laktoz	2	8353±140.94 ^{cy}	8284±9.8 ^{cy}	Ö.D.	8589±101.25 ^{cxy}	8637±36.15 ^{dX}	Ö.D.	8642±126.21 ^{cx}	8188±56.59 ^{cZ}	**	*	***
	30	10933±795.11 ^{ab}	9969±412.08 ^b	Ö.D.	10670±16.68 ^b	9457±293.76 ^c	**	10657±568.60 ^b	9069±164.66 ^b	**	Ö.D.	Ö.D.
	60	10134±428.20 ^b	9389±5.42 ^{bY}	*	10727±245.68 ^b	10186±201.82 ^{bX}	*	10697±206.27 ^b	9495±155.54 ^{bY}	**	Ö.D.	***
	90	11532±71.41 ^{ay}	10919±633.64 ^{aY}	Ö.D.	13329±71.11 ^{ax}	11925±393.15 ^{aX}	**	11666±377.64 ^{ay}	10460±416.98 ^{aY}	*	***	*
	p1	***	***		***	***		***	***			
Glikoz ²	2	14.81±0.09 ^x	13.48±1.24	Ö.D.	5.77±8.15 ^y	13.59±2.48	Ö.D.	-	7.05±9.97	Ö.D.	*	Ö.D.
Galaktoz	2	232.69±205.32	253.76±199.74	Ö.D.	385.91±244.95	470.04±299.50	Ö.D.	343.29±288.38	412.01±340.47	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	87.43±57.58	81.48±45.94	Ö.D.	119.51±81.18	122.934±92.88	Ö.D.	110.89±91.67	111.75±86.34	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	98.85±100.15	93.75±82.22	Ö.D.	164.68±169.07	160.61±136.28	Ö.D.	161.42±187.07	153.11±164.34	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	80.53±87.09	75.13±78.97	Ö.D.	125.55±151.97	114.09±119.89	Ö.D.	135.65±191.83	130.87±161.74	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri. ²:Glikoz peynirlerde yalnızca olgunlaşmanın 2. gününde tespit edilmiş olup; diğer depolama günlerinde belirlenememiştir.



Şekil 3.22. Peynirlerde olgunlaşma sırasında laktoz konsantrasyonları



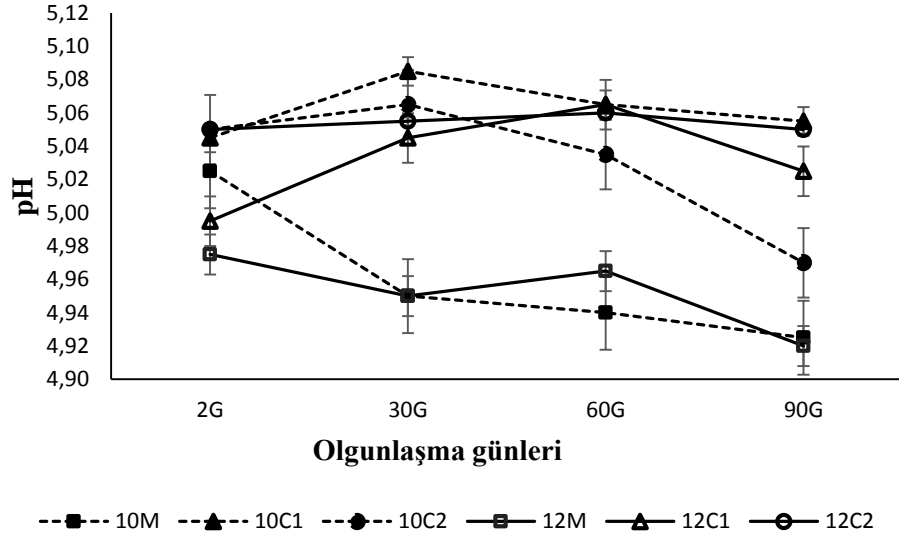
Şekil 3.23. Peynirlerde olgunlaşma sırasında galaktoz konsantrasyonları

4.1.2.5. Titrasyon Asitliği ve pH

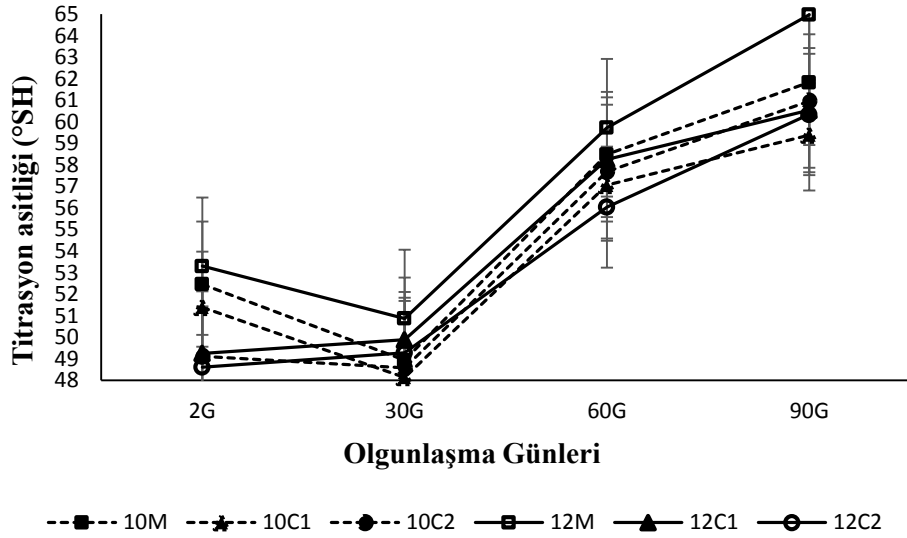
Peynirlerin pH değerleri ne olgunlaşma döneminden ne salamuranın farklı tuz konsantrasyonundan ne de farklı pıhtılaştırıcılardan önemli düzeyde etkilenmemiştir. Peynirlerin pH değerleri 4.93-5.07 arasında değişmiştir (Şekil 3.24). Çoğu peynirlerde pH değerleri rakamsal olarak olgunlaşmanın sonunda başına kıyasla azalmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 3.23). Olgunlaşma sonunda en düşük pH değerlerini (4.92-4.93) M peynirleri göstermiştir. Gerek C1 gerekse C2 peyniri söz konusu dönemde benzer pH değerleri göstermişlerdir. pH'daki bu durum peynirlerin titrasyon asitliği değerleriyle de örtüşmektedir. Çalışmamızda olgunlaşma sırasında peynirlerin pH değerlerinin 5.5'in altında olması peynirlerin asidik bir karakter göstermesinin ifadesi olabilir. Fox ve ark. (2017), teleme ya da olgunlaşma başında pH değerinin 5.5'in altında olması durumunda başlangıç pH'ları yüksek olan peynirlere kıyasla bu tip peynirlerde pH'nın belirgin bir şekilde değişmeyeceğini de ifade etmiştir.

Peynirlerde titrasyon asitliği değerleri ise olgunlaşma periyodundan önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiştir (Çizelge 4.6). Olgunlaşmanın ilk 30 gününde titrasyon asitliği değerleri önemli bir düzeyde değişmemiş; ancak 60. günde önemli düzeyde bir artış göstermiş ve olgunlaşmanın sonunda ise salamurada % 12 tuz içeren M peyniri hariç diğerlerinde değişmemiştir. Titrasyon asitliğindeki bu değişim hem şekerlerle hem de laktik asitle uyumlu olmuştur. Söz konusu dönemde yani olgunlaşmanın 60. gününde 30. gününe kıyasla laktik asitte önemli düzeyde bir artma gözlemlenmiş ve olgunlaşmanın sonunda değişmemiştir. Ancak Çizelge 4.6'da da görüldüğü gibi; en yüksek titrasyon asitliği değerleri depolamanın sonunda tespit edilmiştir. Bilindiği üzere titrasyon asitliğini, laktik asitin yanı sıra propiyonik asit, asetik asit, formik asitteki yükselmeler de artış yönünde etkileyebilir. Söz konusu asitlerden propiyonik asit olgunlaşmanın son iki kademesinde özellikle de olgunlaşmanın sonunda tüm peynirlerde yüksek belirlenmiştir. Peynirlerde titrasyon asitliğinin artmasında salamuranın peynire difüze olması ve salamuranın CaCl_2 içermesi de etkilemiş olabilir. Laboratuvar ölçeğinde yaptığımız küçük bir denemede % 0.8 oranında salamuraya CaCl_2 ilavesi, pH'yı 0.09 birim düşürürken; titrasyon asitliğini 0.01 birim artırmıştır. Benzer şekilde süte CaCl_2 ilave edildiği (50 mg/L) bir çalışmada ise kontrol sütüne kıyasla asitlik (% laktik asit) 0.135'ten 0.162'ye artmış; pH ise 6.64'ten 6.09'a düşmüştür (Kaushik ve ark., 2014). Peynirlerin olgunlaşma süresince titrasyon asitliğindeki değişimler Şekil 3.25'te gösterilmiştir. pH

değerlerinde olduğu gibi C1 ve C2 peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın sonunda benzerdir. M peynirleri özellikle 12M peyniri söz konusu dönemde anılan peynirlerden daha yüksek titrasyon asitliği göstermiştir.



Şekil 3.24. Peynirlerde olgunlaşma sırasında pH değişimi



Şekil 3.25. Peynirlerde olgunlaşma sırasında titrasyon asitliğindeki (°SH) değişim

Çizelge 4.6. Peynirlerde olgunlaşma süresince titrasyon asitliği (°SH) ve pH değerleri

Genel Nitelikler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Titrasyon Asitliği (°SH)	2	52.47±0.11 ^{bx}	53.30±0.03 ^{cx}	**	51.40±0.80 ^{bx}	49.25±0.51 ^{by}	Ö.D.	49.12±0.26 ^{by}	48.62±0.60 ^{cy}	Ö.D.	*	**
	30	48.94±1.65 ^b	50.88±0.04 ^c	Ö.D.	48.14±0.08 ^b	49.89±0.69 ^b	Ö.D.	48.59±1.20 ^b	49.29±1.14 ^c	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	58.49±1.97 ^a	59.73±1.97 ^b	Ö.D.	57.06±1.78 ^a	58.26±1.89 ^a	Ö.D.	57.69±1.34 ^a	56.04±0.66 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	61.83±1.85 ^a	64.98±2.09 ^a	Ö.D.	59.39±1.85 ^a	60.54±1.97 ^a	Ö.D.	60.97±1.96 ^a	60.35±1.90 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	**	**		**	**		**	**			
pH	2	5.03±0.02	4.98±0.01	Ö.D.	5.05±0.09	5.00±0.13	Ö.D.	5.05±0.07	5.05±0.08	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	4.95±0.16	4.95±0.10	Ö.D.	5.09±0.09	5.05±0.01	Ö.D.	5.07±0.09	5.06±0.06	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	4.94±0.16	4.97±0.02	Ö.D.	5.07±0.08	5.07±0.01	Ö.D.	5.04±0.04	5.06±0.06	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	4.93±0.19	4.92±0.10	Ö.D.	5.06±0.16	5.03±0.01	Ö.D.	4.97±0.04	5.05±0.04	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

4.2. Organik Asitler

Süt ve süt ürünlerinin tat ve aromasına katkı sağlayan ve koruyucu nitelikleri bulunan organik asitler; yağ, protein ve laktoz orijinli ya da hayvan metabolizması sonucu süt kaynaklı olarak süt ve ürünlerinde bulunabilmektedir (McSweeney, 2004; Güler, 2014; Fox ve ark., 2017). Çalışmamızda beklendiği üzere sitrik asit sütte en fazla miktarda tespit edilirken; başlıca laktoz metabolizmasının bir ürünü olan laktik asit ise diğer organik asitlere kıyasla teleme ve peyniraltı sularında en yüksek konsantrasyonda belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

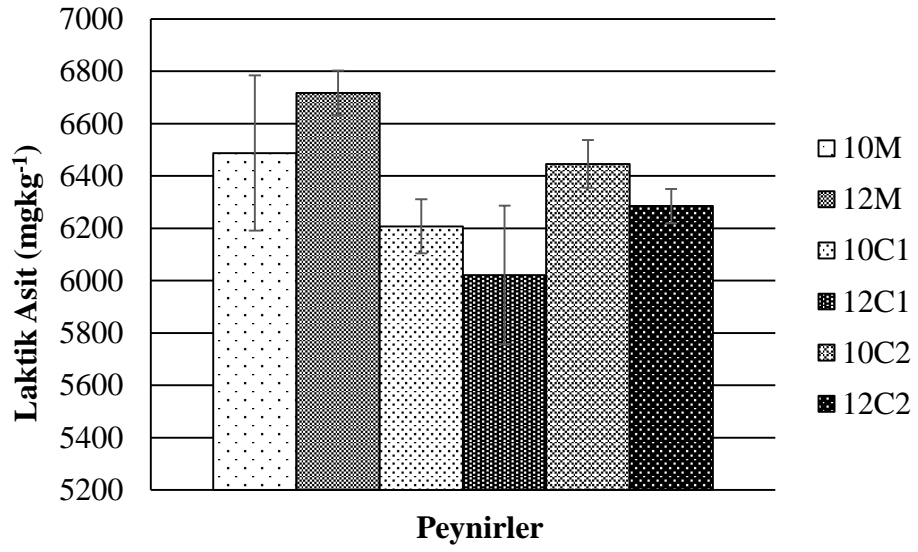
Süt ve peyniraltı suyunda sitrik asit konsantrasyonu, Mullin ve Emmons (1997)'un sütte (1580 mg/kg) ve peyniraltı suyunda (1600 mg/kg) belirlediği değerlerden yüksek tespit edilirken; sütte Walstra ve Jenness (1984)'in belirttiği değerin (1750 mg/kg) biraz üzerinde belirlenmiş; Güler (2013) ve Karlsson ve ark. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmalarda elde edilen sonuçlara ise benzer tespit edilmiştir. Araştırmacılar, sitrik asit içeriğinin yağ içeriğiyle pozitif yönde bir korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. TCA metabolizmasının bir diğer ürünü olan süksinik asit ise sütte en fazla konsantrasyonda belirlenmiştir. Bunun yanı sıra azot içeren organik asitler arasında ürik asit de sütte en fazla oranda tespit edilmiştir. Peynir üretimi ve olgunlaşma dönemi sitrik, süksinik ve ürik asit hariç diğer organik asitlerde süte kıyasla bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.8). Beklendiği üzere hem teleme hem de peynirlerde en fazla miktarda belirlenen organik asit laktik asit olup; teleme ve peynirlerde sırasıyla 2635-3288 mg/kg ve 3990-9745 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar, Yıldız ve Öner (2017)'in çiğ inek sütünden ürettikleri Beyaz peynirde tespit ettikleri değerlerin (2000-3000 mg/kg) üzerinde; Süner (2018)'in belirlediği değerlerin ise (8975-13322 mg/kg) biraz altında kalmıştır.

Çizelge 4.7. Süt, teleme ve peyniraltı sularında organik asitler (mg/kg) (ort±sd)

Organik Asitler	Süt	Peynir Mayası	Teleme	Peyniraltı Suyu
Okzalik Asit	100.36 ± 2.47	M	117.86 ± 3.42 ^a	573.03 ± 5.15 ^a
		C1	87.95 ± 1.00 ^b	277.01 ± 7.50 ^b
		C2	90.56 ± 0.88 ^b	180.60 ± 2.61 ^c
		P	***	***
Orotik Asit	8.08 ± 0.02	M	176.48 ± 3.02 ^a	14.93 ± 0.16 ^a
		C1	148.83 ± 0.27 ^b	14.08 ± 0.16 ^b
		C2	145.28 ± 2.66 ^b	15.08 ± 0.08 ^a
		P	**	**
Sitrik Asit	1924.58 ± 25.55	M	702.75 ± 21.26 ^a	3289.92 ± 114.95 ^a
		C1	637.50 ± 15.62 ^b	2427.99 ± 69.85 ^b
		C2	620.36 ± 6.80 ^b	2350.17 ± 109.24 ^b
		P	*	***
Pürivik Asit	60.17 ± 0.32	M	25.50 ± 0.12 ^b	91.86 ± 0.68 ^a
		C1	24.81 ± 0.58 ^b	73.67 ± 0.19 ^b
		C2	29.59 ± 0.61 ^a	71.34 ± 1.62 ^b
		P	***	***
Ürik Asit	14.49 ± 0.51	M	3.24 ± 0.04 ^b	9.03 ± 0.04 ^a
		C1	3.31 ± 0.01 ^b	6.87 ± 0.09 ^c
		C2	4.04 ± 0.28 ^a	7.63 ± 0.21 ^b
		P	*	***
Süksinik Asit	134.81 ± 4.27	M	33.97 ± 0.39	31.07 ± 1.99 ^a
		C1	33.83 ± 1.49	14.43 ± 0.18 ^b
		C2	34.43 ± 0.65	9.65 ± 0.22 ^c
		P	Ö.D.	***
Laktik Asit	740.86 ± 25.58	M	13081.81 ± 369.34 ^a	3287.71 ± 27.42 ^a
		C1	10882.59 ± 68.41 ^b	2676.21 ± 137.16 ^b
		C2	10755.90 ± 547.77 ^b	2635.26 ± 9.60 ^b
		P	**	**
Formik Asit	231.75 ± 1.91	M	223.63 ± 0.85 ^b	24.20 ± 3.84 ^c
		C1	231.87 ± 0.01 ^a	136.32 ± 0.82 ^b
		C2	231.63 ± 0.12 ^a	155.64 ± 1.59 ^a
		P	***	***
Asetik Asit	23.46 ± 1.73	M	223.57 ± 2.27	4.18 ± 0.65 ^b
		C1	217.07 ± 11.17	9.42 ± 0.11 ^a
		C2	227.46 ± 6.02	4.17 ± 0.22 ^b
		P	Ö.D.	***
Propiyonik Asit	16.70 ± 0.77	M	546.10 ± 8.56 ^a	614.59 ± 10.08 ^a
		C1	362.11 ± 21.91 ^b	432.55 ± 11.52 ^b
		C2	378.86 ± 0.76 ^b	413.10 ± 5.60 ^b
		P	***	***
Hüppirik Asit	7.75 ± 0.21	M	13.68 ± 0.04 ^a	6.00 ± 0.07 ^b
		C1	10.20 ± 0.42 ^b	7.42 ± 0.28 ^a
		C2	9.08 ± 0.25 ^c	7.40 ± 0.57 ^a
		P	***	*

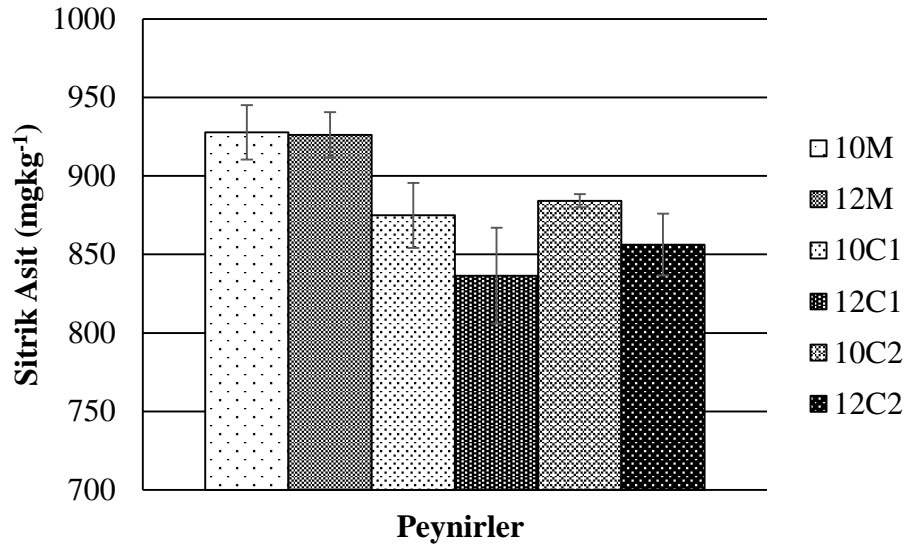
M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çalışmamızda tüm peynirlerde en fazla konsantrasyonda tespit edilen organik asit olan laktik asit, olgunlaşmanın 30. gününde 2. gününe kıyasla önemli düzeyde azalmış; 60. günde artmış ve olgunlaşmanın sonunda 10C1 ve 10C2 peynirleri hariç diğer peynirlerde önemli bir değişim göstermemiştir. Bu durum, 2. güne kıyasla 30. günde peynirlerin tuz içeriğinin önemli düzeyde artması ve bunun bir sonucu olarak da laktik asitin salamuraya geçişinden kaynaklanabilir. Salamura ve peynir arasındaki tuz geçişlerinin dengede olduğu yani 60. günden itibaren laktik asit sentezinde bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, salamuradan laktozun peynir kitlesine geçmesi daha sonra da laktozun monosakkaritlerine dönüşmesi ve glikoz üzerinden de laktik asitin üretilmesiyle ilişkilendirilebilir. Söz konusu dönemde glikozun peynirlerde tespit edilememesi ancak galaktoz içeriğinin artması bu ilişkiyi doğrular niteliktedir (Çizelge 4.5). Salamuranın tuz konsantrasyonu ise her bir peynirde laktik asit miktarı üzerinde belirgin bir etki yaratmamıştır. Ancak enzim çeşidinin laktik asit üzerine etkisi; tüm peynirlerde 2. gün hariç olgunlaşmanın diğer günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur. Söz konusu durum peynirlerin kurumadde içerikleri ya da tuz oranları ile ilişkili olabilir. Tuz oranı en yüksek olan 12C1 peyniri, 30. günden itibaren en düşük laktik asit içeriği göstermiştir. Olgunlaşma süresini ve salamuranın tuz konsantrasyonlarını göz ardı ettiğimizde, peynirler arasında C1 peyniri en düşük miktarda laktik asit aynı zamanda da asetik asit içermiştir (Şekil 3.26, 29). Ancak söz konusu peynirlerin amino asitini de en yüksek miktarda bulundurmaktadır (Çizelge 4.10). Bu durum Skeie ve ark. (2008)'nin çalışmasıyla da desteklenmiştir. Laktik asit oluşumunda karbonhidratların yanı sıra da amino asitler de rol oynayabilmektedir.



Şekil 3.26. Peynirlerde ortalama laktik asit konsantrasyonları (mg/kg)

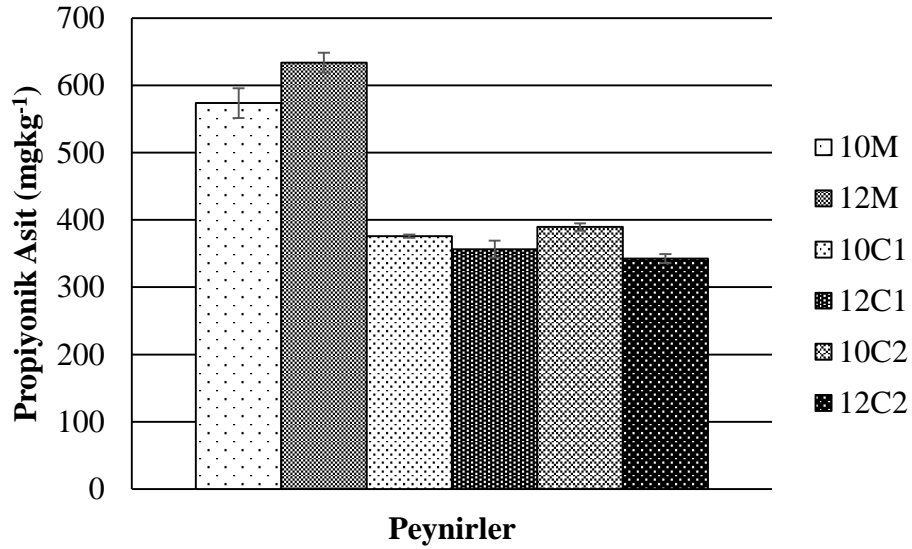
TCA sirkülasyonunun bir ürünü olan sitrik asit, laktik asitten sonra 2. en yüksek konsantrasyonda tespit edilen organik asit olmuştur. Anılan asit peynirlerde olgunlaşmanın başından sonuna kadar düzenli bir artış göstermiş ve bu artış olgunlaşma boyunca tüm peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Şekil 3.27’de de görüldüğü gibi, salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde, % 12 tuz içerenlere kıyasla daha fazla miktarda sitrik asit tespit edilmiş olup; bu durum tuzun peynirdeki mikroflorayı baskılayıcı bir rol oynamasından kaynaklanabilir. Bunun yanı sıra söz konusu peynirlerin rutubet içeriklerinin daha yüksek olması yani sitrik asit içeren peyniraltı suyunu yapılarında daha fazla bulundurması sitrik asit içeriğinde bir artışa neden olabilir (Çizelge 4.7).



Şekil 3.27. Peynirlerde ortalama sitrik asit konsantrasyonları (mg/kg)

Peynirlerde propiyonik asit bakterileri tarafından tripropiyoninden, bazı starter olmayan laktik asit bakterilerince hem laktik asitten hem de metiyonin amino asitinden oluşabilen propiyonik asit; lipolizin de bir göstergesi olabilmektedir (McMahon ve ark., 2014; Fox ve ark., 2017). Propiyonik asit, peynirlerde en fazla konsantrasyonda tespit edilen 3. organik asit olup; olgunlaşma sonunda 2. güne kıyasla tüm peynirlerde (12M hariç) propiyonik asitte önemli düzeyde artma gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8). Propiyonik asitte benzer bir eğilim Süner (2018) ve Akalın ve ark. (2002)'in yaptığı çalışmalarda da tespit edilmiştir. Gerek % 10 gerekse % 12 tuz içeren salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerde propiyonik asit pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde ise M peynirlerinde diğer peynirlere kıyasla propiyonik asit önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Bu durum söz konusu peynirin yağ içeriğinin yüksekliğinden ve lipolizin diğer peynirlere kıyasla daha fazla olmasından kaynaklanabilir (Çizelge 4.2). İlaveten propiyonik asit bakterilerinin yanı sıra, *R. miehei*'nin de tripropiyonin üzerine lipolitik aktivite göstermesinden ileri gelebilir. Çünkü araştırmacılar (Chamba ve Perreard, 2002; Piwowarek ve ark., 2018) propiyonik asit bakterilerinin yüksek tuz konsantrasyonundan etkilenmediğini ve lipolizin yüksek olduğu peynirlerde propiyonik asitin de yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek propiyonik asit konsantrasyonu antimikotik bir etki gösterebildiği gibi 'tatlı' dan 'keskin' lezzete kadar peynirde bir tat değişimine de neden olabilir. McSweeney ve Sousa (2000)'e göre

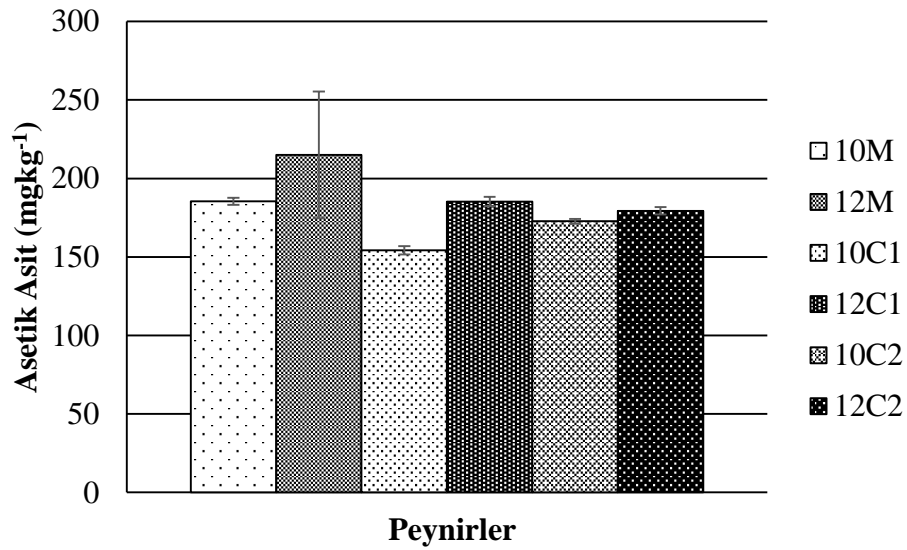
özellikle İsviçre-tip peynirlerde L-laktik asit; propiyonik asit, asetik asit ve CO₂'ye metabolize olmaktadır. Ancak çalışmamızda laktik asit içeriği en yüksek olan peynirde propiyonik asit içeriği de yüksek tespit edilmiştir (Şekil 3.28). Daha önce de belirtildiği gibi propiyonik asit metiyonin amino asitinden de oluşmuş olabilir. Bu durum çalışmamızda da doğrulanmış olup; en düşük ortalama metiyonin içeriğini M peyniri göstermiştir (Çizelge 4.10).



Şekil 3.28. Peynirlerde ortalama propiyonik asit konsantrasyonları (mg/kg)

Asetik asit, laktozun fermentasyonu (Di Cagno ve ark., 2003), bazı amino asitlerin (alanin, aspartik asit, glisin ve serin) parçalanmasıyla ya da sitrat metabolizması üzerinden starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından üretilebilmektedir (Urbach, 1995; McSweeney ve Sousa, 2000). Söz konusu araştırmacılar, asetik asitin bazı peynirlerde dili ısırtıcı ve keskin bir tada neden olduğunu bildirmişlerdir. Asetik asit peynirlerde 47-273 mg/kg arasında değişim göstermiş; olgunlaşma sırasında düzenli bir eğilim izlememiştir. Asetik asit sonuçları Akalın ve ark. (2002)'nin belirlediği değerler arasında tespit edilmiştir. Peynirlerde olgunlaşmanın sonunda diğer günlere kıyasla asetik asitteki belirgin azalma siyano asetik asitin oluşumundan kaynaklanabilir (Çizelge 4.18). Bildiğimiz kadarıyla azot içeren asetik asit yani siyano asetik asit ilk kez peynirlerde tespit edilmiştir. Peynirler arasında ise 12M peynirinde asetik asit hem olgunlaşma süresince önemli bir değişim göstermemiş; hem de diğer peynirlere kıyasla yüksek

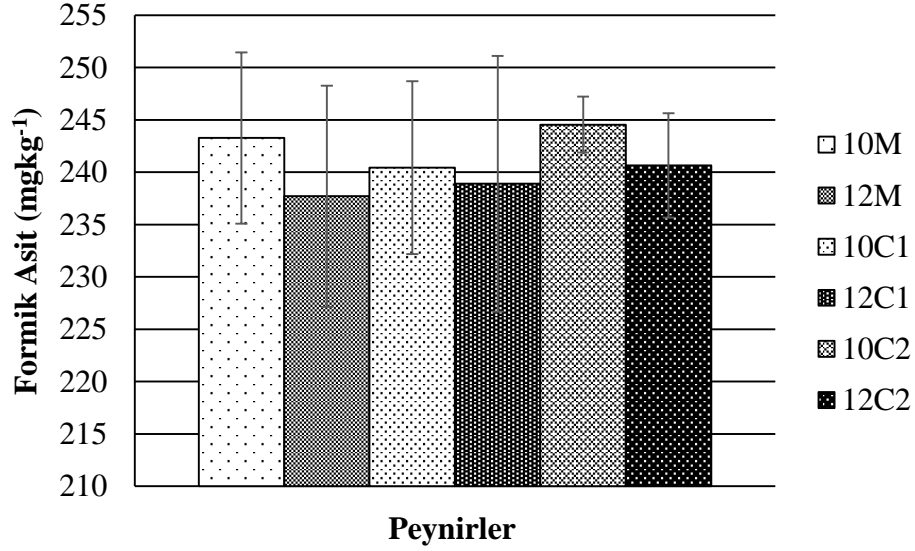
miktarda tespit edilmiştir. Söz konusu durum peynirin kurumadde içeriğinin yüksek olmasından ve suda çözünür maddelerin peynir-salamura arası geçişlerinin daha az olmasından kaynaklanabilir. İstatistiksel olarak ise enzim çeşitliliği olgunlaşmanın 90. gününde hem % 10 hem % 12 tuz konsantrasyonlu salamuralı peynirlerde asetik asiti önemli düzeyde ($p<0.001$) etkilemiştir. Söz konusu dönemde 10C1 peyniri diğerlerine kıyasla çok daha düşük 12M peyniri ise çok daha yüksek asetik asit içermiştir.



Şekil 3.29. Peynirlerde ortalama asetik asit konsantrasyonları (mg/kg)

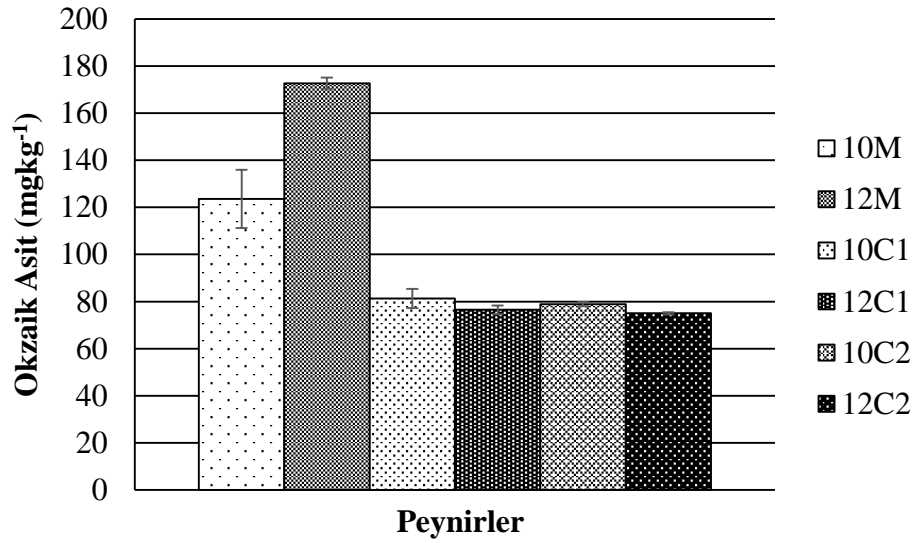
Peynirlerde tespit edilen bir diğer organik asit de formik asit olup; 233-252 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Bu değerler Akalın ve ark. (2002)'nin Beyaz peynirde formik asit için tespit ettiği sonuçlar arasında yer almıştır. Olgunlaşma süresi ise 10M ve 12C1 peynirleri hariç diğer peynirlerde formik asit düzeyini önemli bir şekilde etkilemiştir. Olgunlaşmanın sonlarına doğru formik asit bir artma eğilimi göstermiştir. Ancak olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde, gerek enzim çeşitliliğinin gerekse salamuranın tuz konsantrasyonunun formik asit üzerine önemli bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir. Formik asitin olgunlaşmanın sonuna doğru bir artma eğilimi göstermesi düşük karbon sayılı alkollerle reaksiyon vererek esterlerini oluşturmamasından kaynaklanabilir. Çünkü formik asit de asetik asit gibi benzer biyokimyasal süreçlerin ürünüdür yani heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından laktik asit metabolizması

sonucunda ya da serin amino asitinin katabolizmasından oluşabileceği bildirilmiştir (Skeie ve ark., 2008).



Şekil 3.30. Peynirlerde ortalama formik asit konsantrasyonları (mg/kg)

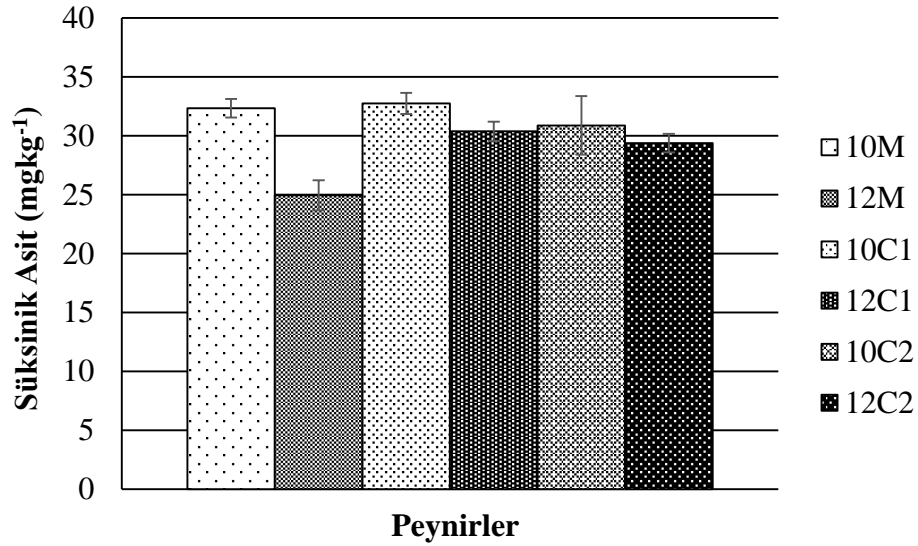
Okzalik asit, laktat dehidrogenaz enzimiyle pürivik asitten oluşabildiği gibi bitkilerde glikolat oksidazla glikolattan da oluşabilmektedir. Çalışmamızda sütte 100 mg/kg düzeyinde tespit edilen okzalik asit, M telemesi hariç diğer telemelerde bir azalma eğilimi göstermiştir. Sütte okzalik asit miktarı, hayvanın beslenmesiyle yani yeşil otları tüketmesiyle ilişkili olabilmektedir (Güler, 2014). Ancak peyniraltı suyunda da yüksek miktarda okzalik asit tespit edilmiştir. Söz konusu asit de diğer organik asitler gibi suda çözünme özelliği gösterdiğinden baskılama sırasında peyniraltı suyuna geçmiş olabilir. Peynirlerde ise enzim çeşidine, olgunlaşma süresine ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak okzalik asit miktarları önemli düzeyde etkilenmiştir. M peynirleri ve 10C1 peyniri hariç diğer peynirlerde olgunlaşma sırasında bir azalma eğilimi göstermiştir. En yüksek okzalik asit içeriği (327 mg/kg) olgunlaşmanın sonunda tespit edilmiştir. Izco ve ark. (2002), peyniraltı suyu gibi yüksek laktoz içeren ortamlarda okzalik asit içeriğinin arttığını bildirmiş olup; çeşitli peynirlerde okzalik asit içeriğini 25.3-38.6 mg/100 g kurumadde arasında tespit etmişlerdir.



Şekil 3.31. Peynirlerde ortalama okzalik asit konsantrasyonları (mg/kg)

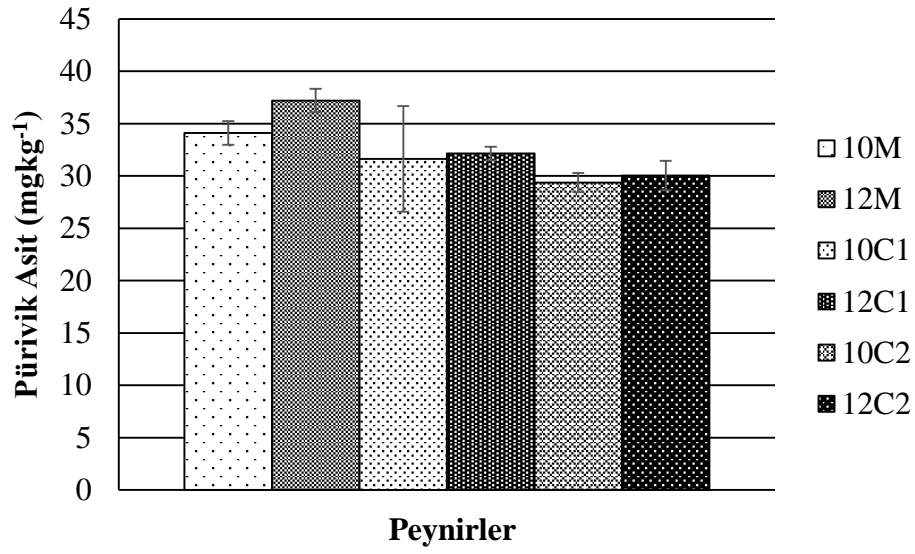
Süksinik asit peynirlerde laktik, pürivik, sitrik, izositrik asitlerin ve serin amino asitinin parçalanmasından oluşabilmektedir (Skeie ve ark., 2008). Söz konusu araştırmacılar *Lactobacillus paracasei* bulunan ortamlarda süksinik asit miktarının önemli düzeyde bir artma gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda süksinik asit olgunlaşma sırasında azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Olgunlaşma süresi de tüm peynirlerde süksinik asit miktarını önemli bir şekilde etkilemiştir (Çizelge 4.8). Süksinik asitteki azalmanın nedeni, çalışmamızda tespit edilmemesine rağmen fumarik asitin oluşumu olabilir. Tuz konsantrasyonunda artmanın, süksinik asit üzerinde yavaşlatıcı bir etki yarattığı gözlemlenmiştir. Salamurada % 12 tuz içeren peynirlere kıyasla % 10 tuz içeren peynirlerde, süksinik asit miktarı çoğunlukla daha yüksek tespit edilmiştir. Salamurada % 12 tuz içeren tüm peynirlerde enzim çeşitliliği, olgunlaşmanın tüm kademelerinde süksinik asiti önemli düzeyde etkilemiştir. Olgunlaşma süresini ve salamuranın tuz konsantrasyonunu göz ardı ettiğimizde, C1 peyniri en yüksek süksinik asit içeriğine sahip olup; onu C2 ve M peynirleri izlemiştir (Şekil 3.32). Aslında enzim çeşitliliğinin süksinik asit üzerine etkisi propiyonik ve asetik asitle ters yönde olmuştur. Yani süksinik asitin düşük olduğu M peynirinde, propiyonik ve asetik asit yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Skeie ve ark. (2008), *Lactobacillus plantarum*'un bazı suşlarının peynirlerde sitratı degrade ederek asetik asit, süksinik asit ve aspartik asit oluşturduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde söz konusu bakterinin serin amino asitini de

laktik, asetik, süksinik ve formik asite parçalayabileceği belirtilmiştir. Aslında araştırmacılar, serin amino asitiyle asetik, süksinik ve formik asit arasında ters bir ilişkinin olduğunu da vurgulamışlardır. Çalışmamızda, asetik ve sitrik asitin en düşük olduğu C1 peynirinde serin amino asiti ve süksinik asit yüksek belirlenmiştir.



Şekil 3.32. Peynirlerde ortalama süksinik asit konsantrasyonları (mg/kg)

Pürüvik asit laktoz ve sitrat metabolizmasından oluşabileceği gibi amino asitlerin parçalanmasından da açığa çıkan bir ara metabolit olup; pek çok biyokimyasal reaksiyon bu organik asit üzerinden gerçekleşmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996; McSweeney ve Sousa, 2000). Olgunlaşma süresi ve salamura tuz konsantrasyonunu göz ardı ettiğimizde, pürüvik asit M peynirlerinde diğerlerine kıyasla biraz daha yüksek belirlenmiştir. Peynirlerde tuz içeriğinin en fazla arttığı 30. günde, anılan asitte de bir birikimin olduğu gözlemlenmiş olup; daha sonra ise genellikle azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Salamuranın tuz konsantrasyonunun artması ise söz konusu metabolitin diğer metabolitlere dönüşümünü yavaşlatıcı yönde bir etki yaratmış olabilir. M peynirinde hem pürüvik asit hem laktik asit hem de sitrik asit içeriğinin yüksek olması, söz konusu peynirin diğerlerine kıyasla daha yüksek kurumadde içermesinden kaynaklanabilir. Pürüvik asit içeriği en düşük (20 mg/kg) 60. günde 10M peynirinde, en yüksek (64 mg/kg) ise yine aynı peynirde 30. günde tespit edilmiştir.



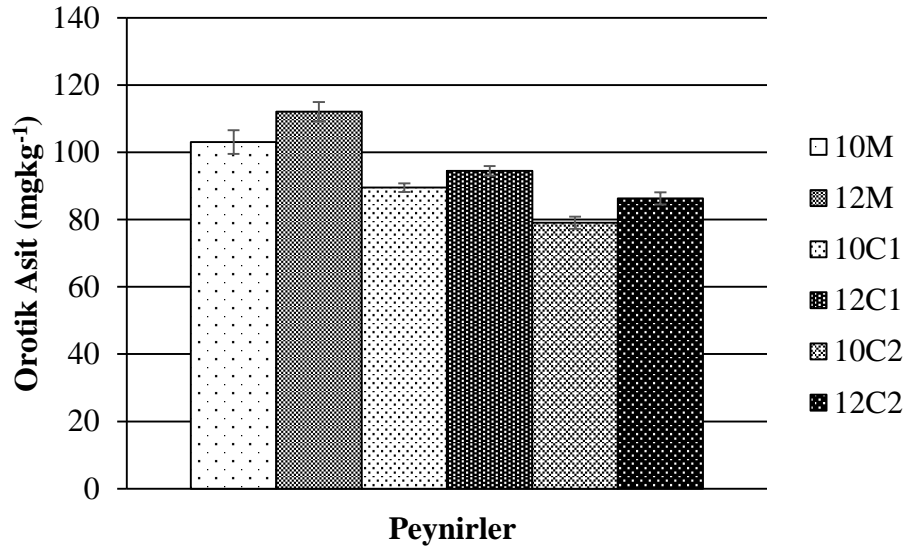
Şekil 3.33. Peynirlerde ortalama ürik asit konsantrasyonları (mg/kg)

Azot içeren organik asitler (orotik, hippürik, ürik asit), hem sütte hem de peynirlerde tespit edilmiştir. Bu asitlerden sütte en fazla miktarda bulunanı ürik asit olup; onu orotik ve hippürik asit izlemiştir. Orotik asit fosfor ve ribozaya sahip olmamasına rağmen urasil-6-karboksilik asit olarak bilinmekte; pirimidin nükleotidlerinin sentezinde bir ara ürün olmaktadır. Bu nedenle orotik asit tüm hücrelerin bir bileşeni durumundadır. Anılan asit sütün yağ içeriğinin artmasıyla azalmaktadır. Orotik asit gibi ürik asit de sütün asitte çözünebilen nükleotididir. Pürin nükleozidlerinin (adenozin, guanozin) başlıca parçalanma ürünüdür. Sütte ürik asit içeriğinin artması, ruminantlarda artan rumen mikrobiyal yükünün bir göstergesi olabilmektedir. Diğer yandan ürik asit süt ve ürünlerinde oksidatif stabiliteyi artırabilmektedir. Hem orotik asit hem de ürik asit gıdalara ilave edilen süt oranının belirlenmesinde kullanılan organik asitlerdir (Ostdal ve ark., 2000; Belenguer ve ark., 2002; Güler ve ark., 2018). Hippürik asit (benzol glisin) ise, memelilerde benzoik asit metabolizması sırasında üretilmektedir. Anılan asitin konsantrasyonu hayvanın sağlık durumunun bir göstergesi olabilmektedir.

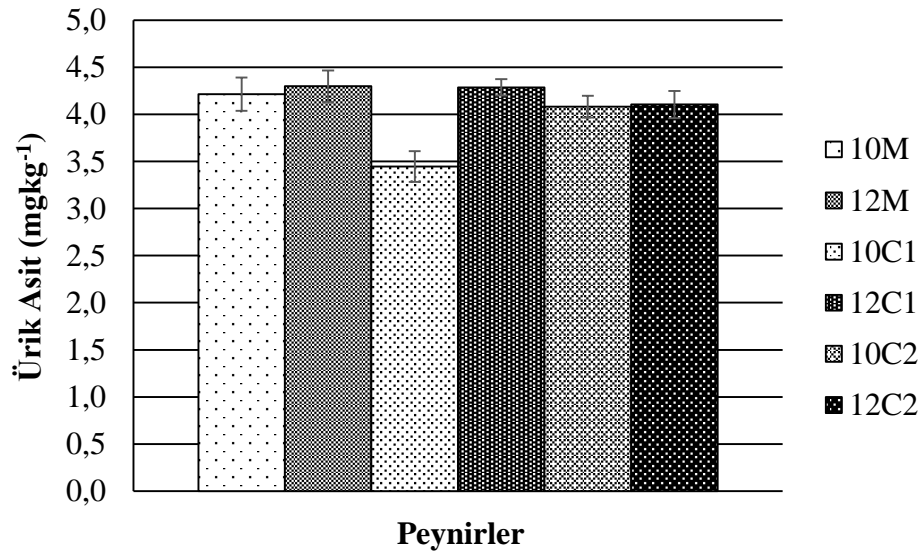
Peynir üretimi sırasında ürik asitin aksine azot içeren diğer iki asit (orotik ve hippürik) belirgin bir şekilde artmıştır. Araştırmacılar (Carpio ve ark., 2013), konvansiyonel inek sütünde hippürik asitin 14 mg/kg; organik inek sütünde ise 15 mg/kg olduğunu belirtmişlerdir. Güler ve ark. (2018) ise, farklı ırklardan keçi sütü üzerine yaptıkları çalışmalarda laktasyon periyodunun anılan bu 3 organik asiti önemli düzeyde

etkilediğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla söz konusu asitlerin sütte miktarı laktasyon periyoduyla ilgili olabilmektedir. Hatta organik yemlerle beslenen keçilerin sütlerinde hippürik asit içeriği daha yüksek olmaktadır. Çizelge 4.8’de görüldüğü üzere sütte orotik asit miktarı (8.08 mg/L), Anastasi ve ark (2000)’in belirlediği değerlerden (21.89-33.98 mg/L) daha düşük tespit edilmiştir. Peynirlerde ise orotik asit olgunlaşma sırasında çok düzenli bir eğilim göstermemesine rağmen en yüksek olgunlaşmanın 2. gününde gözlemlenmiştir. Salamuranın tuz konsantrasyonunun artması, peynirlerde orotik asit içeriğinde artırıcı yönde bir etki yaratmıştır (Şekil 3.34). Laktobasillerin hemen hemen çoğu orotik asit sentezlemek için gerekli enzimlere sahiplerdir. Süt ürünlerinde ortamın mikrobiyal popülasyonuna bağlı olarak, bazıları orotik asiti kullanırken bazıları da orotik asiti sentezleyebilir. Orotik asitin diğer bir kaynağı da arjinin amino asitinin katabolizması olabilir. Ancak bu, ortamda yeterli şeker bulunmadığında gerçekleşebilir (McMahon ve ark., 2014). Olgunlaşma sırasındaki orotik asit içeriğindeki düzenli olmayan eğilimin nedeni söz konusu durum olabilir. Salamuranın tuz konsantrasyonu ve olgunlaşma kademelerini göz ardı ettiğimizde, M peyniri en yüksek konsantrasyonda orotik asit (98 mg/kg) içermekte olup; onu C1 (81 mg/kg) ve C2 (73 mg/kg) peynirleri izlemiştir. Ürik asit ise peynirlerde süte kıyasla önemli düzeyde bir azalma göstermiştir. Olgunlaşma sırasında, orotik asitte olduğu gibi artma ve azalma eğilimleri söz konusu olmuştur. Peynirlerde ürik asit 3 mg/kg ile 5 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Ancak en düşük ürik asit miktarı tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Salamura tuz konsantrasyonu ürik asit üzerine en belirgin etkiyi C1 peynirinde göstermiş olup; diğerlerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmemiştir (Şekil 3.35). Hippürik asit ise peynirlerde en belirgin değişimlerin görüldüğü 30. günde, diğer günlere kıyasla en düşük düzeyde tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın sonuna doğru bir artma eğilimi göstermiştir. Olgunlaşmanın bu döneminde ortamdaki mikrobiyal popülasyona bağlı olarak hippürik asit benzoik asite dönüşmüş olabileceği gibi; peynir kitlesine tuz geçişinin bir sonucu olarak da salamuraya geçmiş olabilir. Peynir-salamura arası tuz geçişi dengeye ulaştığı durumda ise hippürik asitteki artışın nedeni olarak, bazı bakteriler tarafından sentezlenmesi gösterilebilir. Muhtemelen peynir kitlesinde tuzun daha fazla yükselmesiyle bakteriler bir şok yaşayabilir. Bu şok durumu geçtikten sonra ise çeşitli metabolik faaliyetlerde yer alabilirler. Olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde, en düşük hippürik asit miktarı (5.62 mg/kg) 12C1 peynirinde; en yüksek

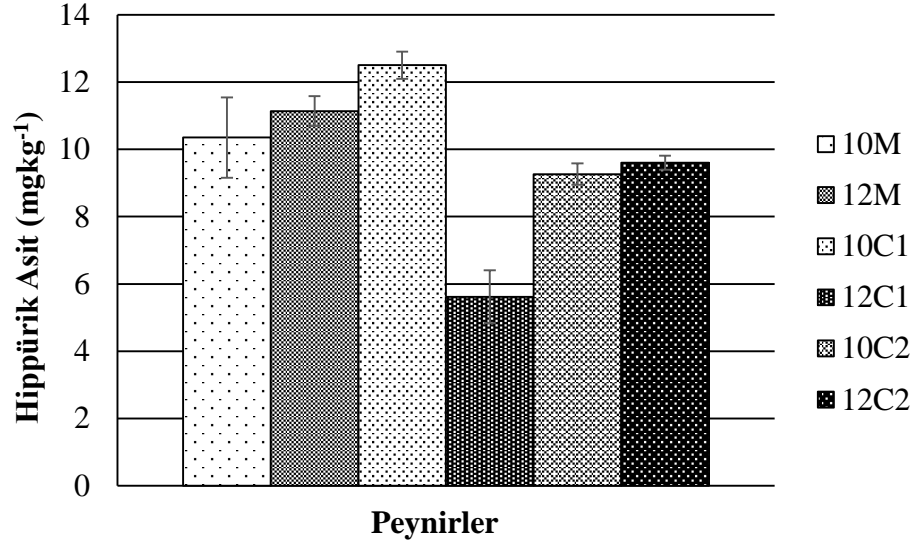
(12.50 mg/kg) ise 10C1 peynirinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.36). Genel olarak toplam kurumadde içeriği az olan peynirlerin hippürik asit içeriği daha yüksek belirlenmiştir. Benzer bir durum Tekin ve Güler (2019) tarafından da tespit edilmiştir. Bu durum hippürik asit sentezleyen bakterilerin su aktivitesiyle ilişkili olabilir.



Şekil 3.34. Peynirlerde ortalama ortotik asit konsantrasyonları (mg/kg)

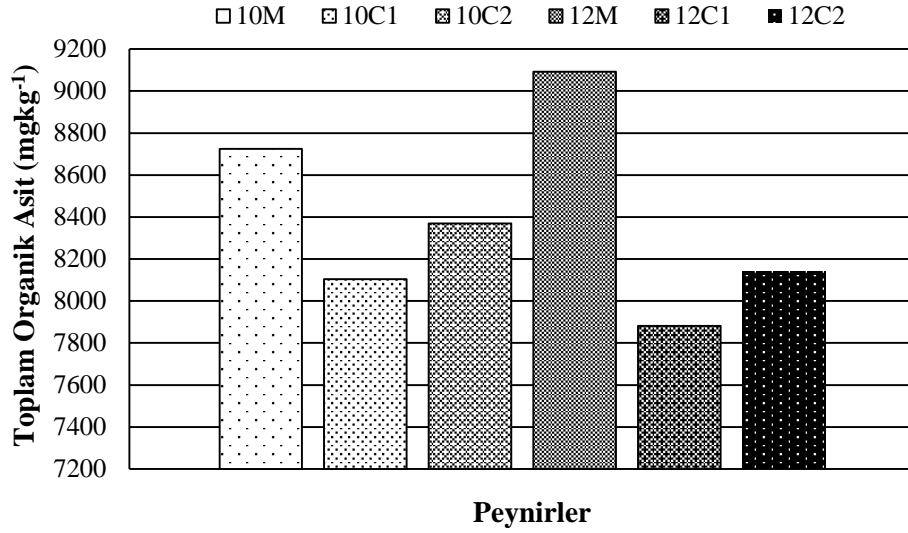


Şekil 3.35. Peynirlerde ortalama ürik asit konsantrasyonları (mg/kg)



Şekil 3.36. Peynirlerde ortalama hippürük asit konsantrasyonları (mg/kg)

Genel bir değerlendirme yaptığımızda toplam organik asit içeriği 12M peynirinde en yüksek olup; onu 10M, 10C2, 12C2, 10C1 ve 12C1 peyniri izlemiştir (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Olgunlaşma süresince peynirlerde toplam organik asitler

Çizelge 4.8. Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)

	OA ¹	G ²	M			C1			C2			
			% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3
Okzalik asit	2	102.14 ± 1.80 ^{bX}	119.53 ± 5.94 ^{cX}	*	85.77 ± 1.47 ^{bZ}	89.07 ± 2.87 ^{aY}	Ö.D.	92.25 ± 0.16 ^{aY}	90.63 ± 0.09 ^{aY}	**	***	**
	30	98.59 ± 1.93 ^{bX}	92.45 ± 2.00 ^{dX}	Ö.D.	69.18 ± 2.24 ^{bcY}	70.59 ± 0.21 ^{bY}	Ö.D.	72.30 ± 0.48 ^{cY}	69.52 ± 0.69 ^{cY}	*	***	***
	60	81.32 ± 0.93 ^{bX}	151.77 ± 0.44 ^{bX}	***	66.18 ± 0.06 ^{cZ}	70.96 ± 0.28 ^{bY}	**	71.22 ± 0.14 ^{cY}	65.21 ± 0.73 ^{dZ}	**	***	***
	90	212.17 ± 44.98 ^{aX}	327.07 ± 1.20 ^{aX}	*	104.13 ± 12.53 ^{aY}	75.34 ± 3.83 ^{bY}	*	79.88 ± 2.56 ^{bY}	74.73 ± 0.49 ^{bY}	Ö.D.	*	***
	p1	**	***		*	**		***	***			
Orotik asit	2	131.81 ± 2.66 ^{aX}	134.85 ± 1.23 ^{aX}	Ö.D.	119.29 ± 1.16 ^{aY}	131.14 ± 2.04 ^{aX}	***	103.12 ± 0.79 ^{aZ}	119.49 ± 3.65 ^{aY}	***	***	***
	30	101.61 ± 3.71 ^{bX}	118.35 ± 1.47 ^{bX}	*	75.41 ± 1.71 ^{cY}	78.95 ± 0.28 ^{cY}	Ö.D.	67.74 ± 3.26 ^{cZ}	72.79 ± 2.60 ^{cZ}	Ö.D.	***	***
	60	84.47 ± 2.89 ^{cX}	84.37 ± 0.73 ^{cX}	Ö.D.	74.86 ± 1.66 ^{cY}	73.98 ± 2.31 ^{dY}	Ö.D.	69.64 ± 1.14 ^{cZ}	69.92 ± 0.52 ^{cY}	Ö.D.	**	**
	90	94.18 ± 4.84 ^{bX}	110.85 ± 8.05 ^{bX}	Ö.D.	88.36 ± 0.45 ^{bX}	93.74 ± 1.10 ^{bY}	**	75.80 ± 1.99 ^{bY}	82.88 ± 0.41 ^{bZ}	*	**	**
	p1	***	***		***	***		***	***			
Sitrik asit	2	621 ± 12.77 ^{cY}	598 ± 12.46 ^d	Ö.D.	617 ± 3.03 ^{dY}	625 ± 32.81 ^d	Ö.D.	704 ± 1.34 ^{dX}	654 ± 46.21 ^c	Ö.D.	***	Ö.D.
	30	911 ± 3.34 ^b	851 ± 21.58 ^{cX}	*	833 ± 47.33 ^c	780 ± 15.64 ^{cY}	Ö.D.	855 ± 3.97 ^c	828 ± 25.72 ^{bX}	Ö.D.	Ö.D.	*
	60	942 ± 37.72 ^b	918 ± 2.34 ^{bX}	Ö.D.	914 ± 8.41 ^b	887 ± 4.95 ^{bY}	Ö.D.	912 ± 0.41 ^b	866 ± 2.11 ^{bZ}	***	Ö.D.	***
	90	1237 ± 15.29 ^{aX}	1338 ± 21.26 ^{aX}	*	1136 ± 23.95 ^{aY}	1055 ± 68.57 ^{aY}	Ö.D.	1066 ± 11.18 ^{aZ}	1078 ± 4.31 ^{aY}	Ö.D.	***	**
	p1	***	***		***	***		***	***			
Pirüvik asit	2	31.01 ± 0.66 ^{bX}	28.48 ± 0.61 ^c	*	25.27 ± 0.87 ^Y	30.61 ± 0.82 ^b	***	32.74 ± 2.57 ^{aX}	31.53 ± 1.55 ^{ab}	Ö.D.	***	Ö.D.
	30	64.16 ± 1.27 ^{aX}	59.47 ± 0.94 ^{aX}	*	35.18 ± 2.11 ^Y	34.70 ± 1.10 ^{aY}	Ö.D.	36.08 ± 0.08 ^{aY}	34.08 ± 0.97 ^{aY}	Ö.D.	***	***
	60	20.38 ± 1.46 ^{cY}	39.87 ± 2.68 ^{bX}	**	29.46 ± 0.01 ^X	35.55 ± 0.11 ^{aX}	***	28.11 ± 0.56 ^{bX}	26.31 ± 2.47 ^{cY}	Ö.D.	***	*
	90	20.85 ± 1.11 ^c	20.99 ± 0.22 ^{dY}	Ö.D.	36.60 ± 17.21	27.71 ± 0.64 ^{cX}	Ö.D.	20.51 ± 0.48 ^c	28.22 ± 0.61 ^{bcX}	***	Ö.D.	***
	p1	***	***		Ö.D.	***		***	*			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). OA¹: Organik Asitler. G²: Depolama günleri.

Çizelge 4.8. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)

		M			C1			C2				
OA ¹	G ²	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Ürik asit	2	4.39 ± 0.11 ^{bY}	4.02 ± 0.07 ^{bZ}	Ö.D.	3.67 ± 0.09 ^{aZ}	4.51 ± 0.04 ^{bY}	***	4.90 ± 0.12 ^{aX}	4.86 ± 0.07 ^{aX}	Ö.D.	***	***
	30	5.29 ± 0.32 ^{aX}	5.50 ± 0.35 ^a	Ö.D.	3.39 ± 0.18 ^{bZ}	5.27 ± 0.02 ^a	***	4.27 ± 0.15 ^{bY}	4.67 ± 0.28 ^a	Ö.D.	***	Ö.D.
	60	4.20 ± 0.27 ^b	4.18 ± 0.16 ^{bX}	Ö.D.	3.84 ± 0.30 ^a	4.04 ± 0.20 ^{cXY}	Ö.D.	4.28 ± 0.07 ^b	3.70 ± 0.18 ^{bY}	***	Ö.D.	*
	90	2.99 ± 0.01 ^c	3.50 ± 0.08 ^{cX}	***	2.88 ± 0.07 ^c	3.33 ± 0.09 ^{dY}	***	2.88 ± 0.11 ^c	3.19 ± 0.06 ^{cZ}	**	Ö.D.	***
	p1	**	***		***	***		***	***			
Süksinik asit	2	36.64 ± 0.17 ^a	17.38 ± 1.75 ^{cZ}	***	34.52 ± 1.34 ^a	31.07 ± 1.82 ^{bY}	*	35.70 ± 0.89 ^a	34.73 ± 0.69 ^{aX}	Ö.D.	Ö.D.	***
	30	34.46 ± 0.38 ^{bX}	29.65 ± 2.77 ^{aY}	*	31.24 ± 0.93 ^{bY}	34.90 ± 0.72 ^{aX}	*	33.84 ± 2.71 ^{aY}	24.93 ± 0.60 ^{cZ}	*	*	**
	60	27.89 ± 2.16 ^c	29.97 ± 0.38 ^{aY}	Ö.D.	31.96 ± 0.25 ^b	32.18 ± 0.23 ^{bX}	Ö.D.	31.05 ± 3.75 ^a	31.80 ± 0.53 ^{bX}	Ö.D.	Ö.D.	*
	90	30.38 ± 0.44 ^{cX}	22.74 ± 0.21 ^{bY}	**	33.23 ± 1.07 ^{abX}	23.36 ± 0.54 ^{cY}	***	22.94 ± 2.63 ^{bY}	26.05 ± 1.29 ^{cX}	Ö.D.	**	*
	p1	**	**		*	***		***	***			
Laktik asit	2	8696 ± 778 ^a	9745 ± 145 ^a	Ö.D.	8338 ± 164.32 ^a	8770 ± 816 ^a	Ö.D.	8032 ± 25 ^a	8781 ± 4.59 ^a	***	Ö.D.	Ö.D.
	30	4884 ± 65 ^{cX}	4530 ± 40 ^{cX}	*	4196 ± 12.82 ^{dZ}	3990 ± 101 ^{cY}	Ö.D.	4557 ± 147 ^{dY}	4415 ± 28.21 ^{cX}	Ö.D.	**	***
	60	6445 ± 23 ^{bX}	6188 ± 96 ^{bX}	Ö.D.	5732 ± 10.11 ^{cY}	5621 ± 62 ^{bZ}	Ö.D.	6461 ± 67 ^{cX}	5917 ± 9.67 ^{bY}	***	***	***
	90	5923 ± 321 ^{bcY}	6407 ± 59 ^{bX}	Ö.D.	6564 ± 227 ^{bX}	5704 ± 81 ^{bY}	*	6735 ± 126 ^{bX}	6028 ± 219 ^{bXY}	**	*	*
	p1	**	***		***	***		***	***			
Formik asit	2	234.30 ± 11.95	220.53 ± 17 ^b	Ö.D.	239.68 ± 10.63 ^{ab}	240.43 ± 9.15	Ö.D.	234.67 ± 1.59 ^c	233.00 ± 1.60 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	245.28 ± 6.02	237.20 ± 11 ^{ab}	Ö.D.	239.54 ± 10.35 ^{ab}	239.28 ± 14.31	Ö.D.	246.86 ± 3.44 ^{ab}	240.46 ± 9.69 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	247.84 ± 4.11 ^X	248.11 ± 4.69 ^a	Ö.D.	231.43 ± 11.16 ^{bY}	236.45 ± 9.47	Ö.D.	244.77 ± 4.91 ^{bX}	237.41 ± 7.61 ^b	Ö.D.	*	Ö.D.
	90	245.65 ± 10.64	244.99 ± 9.25 ^a	Ö.D.	251.08 ± 0.95 ^a	239.40 ± 15.95	Ö.D.	251.85 ± 0.77 ^a	251.72 ± 1.03 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	*		*	Ö.D.		***	**			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). OA¹: Organik Asitler. G²: Depolama günleri. .

Çizelge 4.8. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince organik asitler (mg/kg) (ort±sd)

		M			C1			C2				
OA ¹	G ²	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Asetik asit	2	201.35 ± 4.94 ^{bY}	209.72 ± 12.59	Ö.D.	195.42 ± 1.34 ^{aY}	208.79 ± 3.86 ^b	*	215.74 ± 1.56 ^{aX}	212.22 ± 4.38 ^b	Ö.D.	*	Ö.D.
	30	194.45 ± 0.81 ^b	208.28 ± 57.05	Ö.D.	175.97 ± 8.88 ^b	215.66 ± 1.06 ^{ab}	*	186.13 ± 2.91 ^c	223.82 ± 0.24 ^a	**	Ö.D.	Ö.D.
	60	254.06 ± 2.79 ^{aX}	256.04 ± 91.63	Ö.D.	198.37 ± 0.06 ^{aY}	224.42 ± 1.59 ^a	**	200.18 ± 0.37 ^{bY}	189.94 ± 2.04 ^c	*	***	Ö.D.
	90	92.06 ± 0.24 ^{cX}	186.30 ± 0.24 ^X	***	47.42 ± 0.47 ^{cZ}	92.39 ± 5.32 ^{cY}	***	89.09 ± 1.35 ^{dY}	91.53 ± 2.89 ^{dY}	Ö.D.	***	***
	p1	***	Ö.D.	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Propiyonik asit	2	558.63 ± 10.33 ^{bX}	721.39 ± 13.5 ^{aX}	***	297.42 ± 0.41 ^{dY}	311.85 ± 5.2 ^{cY}	Ö.D.	296.16 ± 15.56 ^{cY}	294.77 ± 6.58 ^{cZ}	Ö.D.	***	***
	30	485.16 ± 15.78 ^{cX}	625.99 ± 22.8 ^{bX}	*	320.08 ± 0.66 ^{cZ}	323.93 ± 6.7 ^{bcY}	Ö.D.	351.80 ± 0.25 ^{bY}	275.84 ± 7.95 ^{cZ}	**	***	***
	60	588.16 ± 22.66 ^{bX}	482.12 ± 2.02 ^{cX}	*	437.33 ± 2.26 ^{bY}	364.03 ± 5.1 ^{bY}	**	459.27 ± 3.54 ^{aY}	383.23 ± 10.85 ^{bY}	*	**	***
	90	662.51 ± 39.46 ^{aX}	705.98 ± 20.4 ^{aX}	Ö.D.	448.21 ± 6.53 ^{aY}	426.42 ± 33.9 ^{aY}	Ö.D.	450.56 ± 2.12 ^{aY}	416.55 ± 1.03 ^{aY}	**	**	**
	p1	**	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***
Hippürük asit	2	9.33 ± 1.45 ^{bc}	11.70 ± 0.85 ^b	Ö.D.	10.73 ± 0.67 ^b	9.95 ± 2.47 ^a	Ö.D.	10.45 ± 0.07 ^b	11.80 ± 0.21 ^b	*	Ö.D.	Ö.D.
	30	6.88 ± 0.04 ^{cX}	6.80 ± 0.35 ^{dX}	Ö.D.	4.98 ± 0.04 ^{cY}	2.55 ± 0.35 ^{bY}	*	3.60 ± 0.42 ^{cZ}	3.25 ± 0.07 ^{dY}	Ö.D.	**	***
	60	11.40 ± 1.89 ^{ab}	8.48 ± 0.04 ^{cX}	Ö.D.	10.35 ± 0.54 ^b	5.10 ± 0.21 ^{bZ}	***	11.15 ± 0.07 ^{ab}	7.95 ± 0.07 ^{cY}	***	Ö.D.	***
	90	13.80 ± 1.41 ^{aY}	17.58 ± 0.53 ^{aX}	*	23.95 ± 0.35 ^{aX}	4.88 ± 0.11 ^{bZ}	***	11.85 ± 0.71 ^{aY}	15.40 ± 0.49 ^{aY}	*	***	***
	p1	**	***	***	***	*	***	***	***	***	***	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). OA¹: Organik Asitler. G²: Depolama günleri.

4.3. Serbest Amino Asitler

Dünyada üretilen peynirlerin yaklaşık % 75'i maya-tip peynirler olup; enzimatik koagülasyonla üretilmektedir. Süt endüstrisinde hem üretim miktarı hem de çeşitliliği açısından önemli bir yere sahip olan peynir üretimi sırasında, sütün enzimatik koagülasyonu en kritik aşamalardan biridir. Peynir yapımı için kullanılan geleneksel pıhtılaştırıcılardan biri olan kimozin (EC.3.4.23.4), bir aspartil proteazdır. Kaliteli bir buzağı renneti, yaklaşık % 10 civarında pepsin içermelidir (Çakmakçı ve ark., 2017). Aslında kimozin, zayıf bir proteolitik aktiviteye sahip olmakla birlikte, κ -kazeinin Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağına yüksek spesiflik göstermektedir. Peynir yapımı sırasında kazein misellerinin stabilitesi bozulmakta; uygun sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonunda koagülasyon meydana gelmektedir. Süte ilave edilen rennetin çoğu, baskılama sırasında peyniraltı suyuna geçmekte ya da pıhtı-peyniraltı suyu karışımı yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında enzim denature olabilmektedir.

Günümüzde % 100 rennin (kimozin) içeren rennet üretilmekle birlikte, buzağı oğlak ya da koyun şirdeninden üretilen rennetler kimozinin yanında pepsin de içermektedirler. Rennet, sütü pıhtılaştırın herhangi bir enzim preparatına verilen isim olarak değerlendirilmekte yani peynir mayası olarak bilinmektedir. Peynir mayasında pepsin oranının artması, α -s1 kazeinin Leu₁₀₉-Glu₁₁₀ bağıının duyarlılığının da artmasına neden olabilir. Pepsin, hidrofobik ve fenilalanin, triptofan, ve tirozin gibi aromatik amino asitler arasındaki peptid bağlarının parçalanmasında daha etkilidir. Pepsin, kimozine kıyasla düşük pH'larda daha yüksek aktivite gösterebilmektedir. Peynir olgunlaştırma ortam pH değerleri yaklaşık 4.8-5.2 arasında olduğundan, optimum aktivitesini 2 pH'da gösteren pepsin bu durumda peyniri daha yavaş olgunlaştırabilir. Genellikle çoğu durumda peynir üretimlerinde iki enzim karışımının olduğu rennet preparatları tercih edilmektedir (Üçüncü, 2004). Diğer yandan mikrobiyal rennetlerin kazein fraksiyonları üzerine spesifliği ise kimozinden oldukça farklıdır. Örneğin, *R. miehei* proteazı α -s1 kazeinin Phe₂₃-Phe₂₄, Phe₂₄-Val₂₅, Tyr₁₆₅-Tyr₁₆₆ bağlarını; β -kazeinin ise Glu₃₁-Lys₃₂, Val₅₈-Val₅₉, Met₉₃-Gly₉₄ ve Phe₁₉₀-Leu₁₉₁ bağlarını parçalayabilmektedir.

Süt, birkaç doğal proteaz da içermektedir. Plazmin bunlardan başlıcası olup; katepsin-D ise daha düşük konsantrasyonlarda bulunabilmektedir. Plazmin tripsin benzeri serum proteaz olup; optimum aktivitesi 7.5 pH civarındadır. Genellikle β -kazeinin Lys₂₈-

Lys₂₉, Lys₁₀₅-His₁₀₆ ve Lys₁₀₇-Glu₁₀₈ bağlarına ilaveten Lys₂₉-Ile₃₀, Lys₁₁₃-Lys₁₁₄ ve Arg₁₈₃-Asp₁₈₄ bağları plazmine duyarlıdır. Peynir üretimi sırasında telemenin 60 °C'deki peyniraltı suyuna daldırılması ise plazmin aktivitesini azaltmamış olabilir.

Proteoliz, maya tip peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında peynirin tekstürünü ve lezzetini etkileyen en önemli ve kompleks biyokimyasal süreçlerden biridir. Proteoliz sonucu oluşan peptid ve amino asitler direkt olarak peynirin lezzetini etkilediği gibi diğer aromatik bileşenlerin oluşumu için de öncül rol oynamaktadırlar. Yukarıda belirtildiği gibi pıhtılaştırıcı enzimler, pıhtıda tutulma oranına, pıhtıya uygulanan ısıl işlemin süresi ve sıcaklığına bağlı olarak proteolizi etkileyebildikleri gibi peynir üretiminde starter kullanılıp kullanılmaması, peynirin rutubet içeriği ve tuz konsantrasyonu da proteolizi etkileyen önemli parametreler arasında yer almaktadır (Guinee, 2004; Fox ve ark., 2017). Eğer peynir üretimi sırasında yüksek sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanmıyor ve peynirin rutubet içeriği de yüksek ise, olgunlaşma sırasında gözlemlenen proteoliz başlıca peynir mayası kaynaklı olabilir. Proteoliz öncelikle küçük ve orta büyüklükte peptitlerin oluşumuna daha sonra da amino asitlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aslında toplam serbest amino asit içeriği peynirde proteolizin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi proteoliz sonucu oluşan peptidler ve amino asitler, hem peynir tekstürünü hem de peynir aromasını etkilemektedirler. Bazı araştırmacılar (Alichanidis ve ark., 1984; Saldamlı ve Kaytanlı, 1998), buzağı renneti ve bazı mikrobiyal orijinli rennetlerin peynirlerde proteolizi farklı düzeylerde etkilediğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, mikrobiyal kaynaklı fermente peynir mayası (M), % 85 kimozi ve % 15 pepsin içeren % 100 doğal buzağı renneti (C1) ve rekombinant fermente kimozi peynir mayası (C2) ile üretilen Beyaz peynirlerde üretim ve olgunlaşma sırasında proteoliz düzeyleri yani serbest amino asit içerikleri Çizelge 4.9 ve 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Süt ve telemelerde serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

Serbest Amino asitler	Süt	Peynir Mayası	Teleme
Aspartik Asit	2.01±0.10	M	18.22 ± 0.04 ^a
		C1	17.56 ± 0.62 ^a
		C2	13.48 ± 0.16 ^b
		P	**
Glutamik Asit	52.37±2.10	M	57.11 ± 0.01 ^a
		C1	50.03 ± 0.94 ^b
		C2	43.78 ± 1.66 ^c
		P	**
Serin	4.14±0.13	M	48.06 ± 0.83 ^a
		C1	49.90 ± 0.66 ^a
		C2	32.81 ± 0.20 ^b
		P	***
Glisin	3.07±0.13	M	21.20 ± 2.45 ^b
		C1	26.69 ± 0.16 ^b
		C2	54.54 ± 3.17 ^a
		P	***
Histidin	1.40±0.04	M	13.40 ± 0.35 ^b
		C1	8.24 ± 0.43 ^c
		C2	31.46 ± 0.87 ^a
		P	***
Arjiinin	2.26±0.05	M	24.41 ± 0.45 ^a
		C1	9.12 ± 0.79 ^c
		C2	13.63 ± 0.14 ^b
		P	***
Treonin	1.22±0.06	M	12.06 ± 0.18 ^c
		C1	43.55 ± 0.98 ^a
		C2	25.33 ± 1.50 ^b
		P	***
Alanin	28.11±1.20	M	39.71 ± 0.90 ^b
		C1	57.66 ± 2.99 ^a
		C2	42.32 ± 0.24 ^b
		P	**
Prolin	3.36±0.09	M	31.46 ± 1.44 ^a
		C1	23.45 ± 0.73 ^b
		C2	12.54 ± 0.26 ^c
		P	***
Tirozin	3.82±0.17	M	41.33 ± 0.55 ^a
		C1	5.68 ± 0.58 ^c
		C2	23.65 ± 1.27 ^b
		P	***
Valin	27.41±2.95	M	30.97 ± 0.73 ^a
		C1	17.76 ± 2.14 ^b
		C2	17.96 ± 0.39 ^b
		P	**
Metiyonin	45.33±4.87	M	59.30 ± 1.34 ^a
		C1	13.90 ± 0.30 ^c
		C2	45.58 ± 4.57 ^b
		P	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.9. (Devam) Süt ve telemelerde serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

Serbest Amino asitler	Süt	Peynir Mayası	Teleme
Sistein	35.90±3.56	M	13.50 ± 0.49 ^b
		C1	5.51 ± 0.34 ^c
		C2	34.82 ± 0.45 ^a
		P	***
İzölösin	3.16±0.27	M	1.04 ± 0.05 ^c
		C1	17.90 ± 0.60 ^a
		C2	11.46 ± 0.33 ^b
		P	***
Lösin	12.75±0.18	M	14.18 ± 1.59 ^c
		C1	17.60 ± 0.74 ^b
		C2	29.66 ± 0.42 ^a
		P	***
Fenilalanin	2.47±0.08	M	44.56 ± 1.31 ^a
		C1	35.91 ± 0.18 ^b
		C2	17.39 ± 0.01 ^c
		P	***
Triptofan	0.92±0.01	M	21.23 ± 0.92
		C1	21.91 ± 0.52
		C2	20.18 ± 0.84
		P	Ö.D.
Lizin	17.49±0.13	M	29.53 ± 0.13 ^b
		C1	45.29 ± 0.08 ^a
		C2	25.88 ± 0.69 ^c
		P	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimoziin peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Tüm peynirlerde glutamik asit (Glu), prolin (Pro), metiyonin (Met), fenilalanin (Phe), lizin (Lys), triptofan (Trp) en fazla belirlenen amino asitler olmuştur. Olgunlaşma sürelerini göz ardı ettiğimizde Glu 10M peynirinde, Tre 12C2 peynirinde, His 10C2 peynirinde, Pro 12M peynirinde, Met 12C1 peynirinde en yüksek oranda belirlenmiştir. Salamura tuz konsantrasyonu göz ardı edildiğinde M peynirinde Pro, Glu, Trp ve Lys; C1 peynirinde Phe ve C2 peynirinde ise Ile, Cys, His, Ser diğer amino asitlere kıyasla en fazla belirlenmiştir. Bu amino asitlerden Pro, C1 peynirinde en düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir. Mikrobiyal fermente rennetle üretilen peynirlerde (M), Trp amino asiti olgunlaşma sırasında en fazla artış göstermiş ve olgunlaşmanın başına kıyasla olgunlaşmanın sonunda yaklaşık 7 kat artmıştır.

Tüm peynir örneklerinde en fazla belirlenen 3 amino asitin (Phe, Lys, Pro) ikisi (Phe ve Lys) α-s kazeinin hidrolizinden, Pro ise β-kazeinin hidrolizinden kaynaklanabilir. Söz konusu amino asitler, anılan kazein fraksiyonlarında en fazla bulunan amino asitler olmaktadır (Fox ve ark., 2017). Pıhtılaştırıcı enzim (rennet), öncelikle α-kazeinin

hidrolizinde önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra süt proteazı plazmin de β -kazein hidrolizini hızlandırabildiği gibi (Freitas ve ark., 1998) *L. helveticus*, *L. casei*, *L. plantarum* gibi starter olmayan laktik asit bakterileri de kuvvetli peptidik aktivite göstermektedirler. Özellikle Pro, Lys Met, Phe içeren peptidler üzerine aktiflerdir (Calasso ve ark., 2017). Hatta peynirlerde propiyonik asit ile Pro amino asiti arasında doğrusal bir ilişki de bahsedilebilir. Çünkü tuza toleranslı bazı starter olmayan laktik asit bakterileri, peynirlerde propiyonik asiti artırabilir. Çalışmada hem Pro amino asitinin hem de propiyonik asitin M peynirlerinde diğerlerine kıyasla yüksek tespit edilmesi, yukarıda da belirtildiği gibi tuza toleranslı starter olmayan bazı laktik asit bakterilerinin aktivitesiyle ilişkilendirilebilir.

Geçmişte peynir acılığının bir indikatörü olarak tirozin amino asiti kullanılmasına rağmen, söz konusu çalışmada hem pıhtılaştırıcı enzim çeşidine hem de salamura tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çok düzenli bir eğilim göstermemiştir. Ortalama en yüksek Tyr içeriği (32 mg/kg) M ve C2 peynirlerinde tespit edilmiştir. C1 peyniri, diğer peynirlere kıyasla ortalama olarak daha düşük Tyr (22 mg/kg) içermesine rağmen, olgunlaşma sırasında Tyr içeriğindeki en belirgin artışları anılan peynir göstermiştir. C1 peyniri, aromatik amino asit Phe bakımından da yüksek bir içeriğe sahip olup; özellikle olgunlaşmanın sonunda Phe, bu peynirde diğerlerine göre yüksek tespit edilmiştir. Dolayısıyla buzağı rennetiyle üretilen peynir diğer peynirlere kıyasla Phe ve Tyr amino asitleri açısından olgunlaşmanın ilerlemesiyle önemli artışlar sergilemiştir. Buna karşın bir diğer aromatik amino asit olan Trp, M peynirinde önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. C2 peyniri ise yalnızca His amino asitini diğer peynirlere kıyasla biraz daha yüksek içermiş ve serbest amino asit düzeyi bakımından C1 peynirine benzerlik göstermiştir.

Trp hariç peynirlerde en fazla bulunan diğer amino asitlerin bazıları da (Met, Phe, Glu ve Lys) daha önce yapılan çalışmada Beyaz peynirde baskın amino asitler olarak tespit edilmiştir (Süner, 2018). Bunun yanı sıra Vapur ve Özcan (2012), Beyaz peynirde en fazla konsantrasyonda tespit edilen amino asitler olarak Phe, Leu , Ile, Gln, Val, Pro ve Ala'yı belirlerken; Hayaloğlu ve ark. (2004) yine Beyaz peynirde başlıca amino asitler olarak Leu, Glu, Phe, Val ve Lys'yi tespit etmişlerdir. Azarnia ve ark. (1997) pastörize sütün starter kültür kullanarak ürettikleri salamuralı Beyaz peynirde 80 günlük olgunlaşma sırasında amino asitlerin düzenli bir eğilim göstermediğini, bazı amino

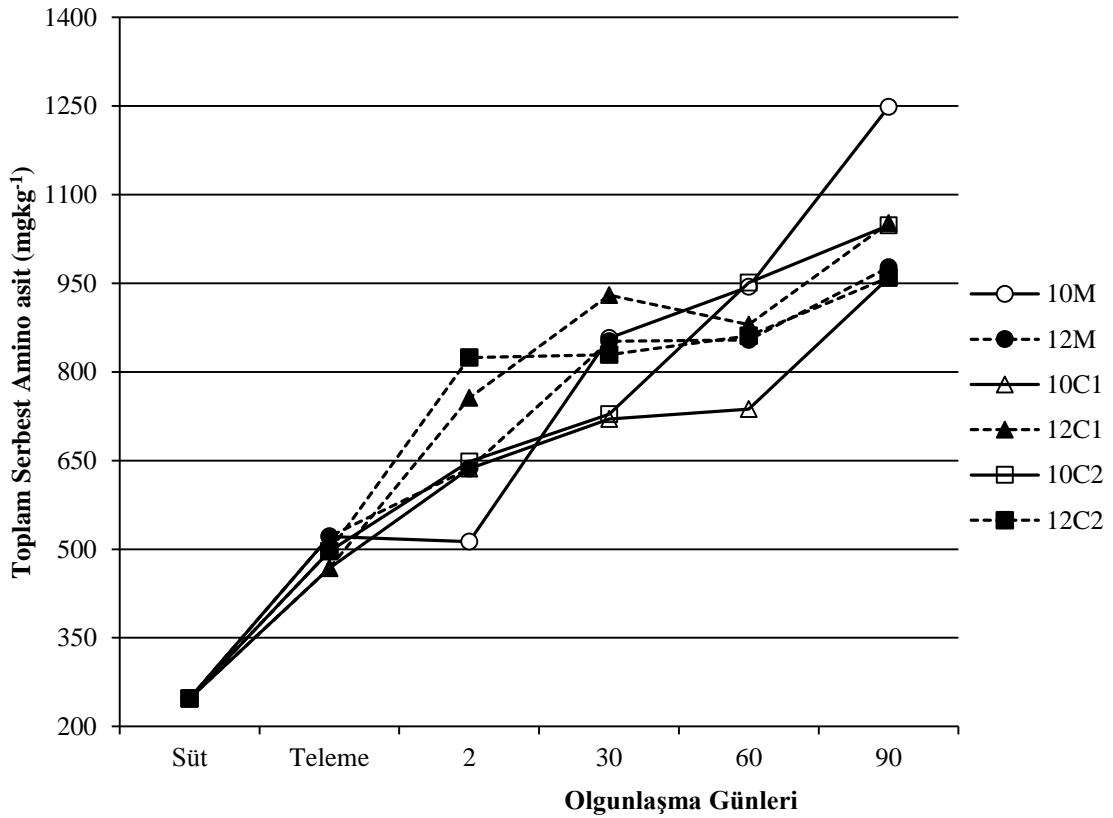
asitlerin olgunlaşmanın bazı dönemlerinde artarken bazılarının ise azaldığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar, olgunlaşmanın 30. gününde Glu'yu en fazla miktarda tespit ederken; olgunlaşmanın 80. gününde Arg amino asitini diğer amino asitlere kıyasla en yüksek belirlemişlerdir. Trp amino asiti ise anılan çalışmada tespit edilmemiştir. Trp, süt protein fraksiyonları içerisinde serum proteinlerinden α -laktalbuminde bulunan başlıca amino asitlerden biri olup; hatta bebek mamalarını, anne sütüne benzetmek için Trp bakımından zengin α -laktalbumin içeriği yüksek serum proteinleri ilave edilmektedir. M peynirlerinde diğer peynirlere kıyasla yüksek Trp içeriği, starter olmayan laktik asit bakterilerinin serum proteinlerini hidrolizinden kaynaklanabilir. Hem salamura olarak kullanılan peyniraltı suyuna hem de peynir kalıplarına peyniraltı suyu içerisinde 60 °C'de ısıtılma işlemi uygulanması, serum proteinlerinde denaturasyona da neden olabilir. Bu durum da enzimler tarafından hidrolizini kolaylaştırabilir. Yüksek kurumda içeriğine sahip M peynirinde diğer peynirlere kıyasla Trp amino asiti ve titrasyon asitliği en yüksek seviyelerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Olgunlaşmanın sonunda özellikle 10M peynirinde diğerlerine kıyasla yüksek düzeyde Met ve Trp amino asiti serum proteinlerinin hidrolizi yorumunu destekleyebilir.

Acı tattan sorumlu bir amino asit olan Arg ise, diğer amino asitlere kıyasla düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiş olup; tuz konsantrasyonu Arg üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Olgunlaşma süresi ve salamura tuz konsantrasyonu göz ardı edildiğinde en düşük Arg seviyesi C1 peynirinde tespit edilmiştir.

Genel olarak % 15 oranında pepsin içeren rennetle üretilen peynirlerde (C1) Leu, Phe, Met diğer peynirlere kıyasla biraz daha yüksek; Tyr ve Pro ise daha düşük tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilemeyen ya da çok düşük miktarda tespit edilen Trp'nin çalışmamızda en fazla belirlenen amino asitler arasında yer alması, peynir ortamında bulunan starter kültür olmayan laktik asit bakterilerinin enzimatik aktivitesi sonucu üretilmesinden kaynaklanabilir. Gummalla ve Broadbent (1999), Trp'nin *Lactobacillus casei* ve *Lactobacillus helveticus*'un metabolik katabolizması sonucu üretildiğini bildirmişlerdir. Söz konusu amino asitin olgunlaşma sırasında da önemli düzeyde artması nonpolar bir amino asit olduğundan salamuraya geçmemesi ile ilişkili olabilir. Diğer yandan peynirlerde Trp'nin degradasyon ürünü olan indol uçucu bileşen/bileşenlerinin tespit edilmemesi de olgunlaşma sırasında Trp artışını doğrular niteliktedir. İlaveten en düşük Leu amino asitini içeren M peynirinde ise 3-metil-1-

bütanol en düşük oranda tespit edilmiş hatta olgunlaşmanın sonunda belirlenememiştir (Çizelge 4.20). Diğer bir ifadeyle M peynir ortamı Leu amino asitinin açığa çıkmasını ve onun diğer aromatik bileşenlere degradasyonunu engelleyici yönde bir rol oynamış olabilir.

Peynirlerde toplam amino asit içerikleri ise (Şekil 3.38) olgunlaşma sırasında bir artış eğilimi göstermiştir. Bu durum suda çözünen azot içeriklerini de doğrular niteliktedir. Olgunlaşmanın sonunda salamuranın tuz konsantrasyonu toplam serbest amino asitler üzerine M peyniri hariç diğer peynirlerde önemli bir etki yaratmamıştır. Ancak hem diğer peynirlere kıyasla hem de 12M peynirine kıyasla en yüksek toplam amino asit içeriği 10M peynirinde tespit edilmiştir. Muhtemelen bu peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzim salamurada % 2'lik tuz konsantrasyonunun artmasından etkilenmiş olabilir.



Şekil 3.38. Süt, Teleme ve Olgunlaşma süresince peynirlerde toplam serbest amino asitler

Çizelge 4.10. Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

SAA ¹	G ²	M					C1					C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4				
Aspartik Asit	2	4.19 ± 0.64 ^{bz}	10.74 ± 0.38 ^{bz}	**	13.21 ± 0.15 ^{ay}	12.65 ± 0.30 ^{aY}	Ö.D.	9.74 ± 0.74 ^x	23.04 ± 0.23 ^{aX}	**	***	***				
	30	10.98 ± 0.45 ^{ax}	9.36 ± 0.37 ^{bX}	Ö.D.	8.08 ± 0.15 ^{by}	7.73 ± 0.05 ^{cY}	Ö.D.	9.03 ± 0.47 ^y	8.01 ± 0.45 ^{bcY}	Ö.D.	*	*				
	60	12.07 ± 1.43 ^{ax}	10.19 ± 0.70 ^{bX}	Ö.D.	7.45 ± 0.59 ^{by}	7.76 ± 0.25 ^{cY}	Ö.D.	9.34 ± 1.50 ^{xy}	8.74 ± 0.49 ^{bXY}	Ö.D.	*	*				
	90	12.86 ± 0.16 ^{ax}	12.75 ± 1.03 ^{aX}	Ö.D.	8.25 ± 0.39 ^{bz}	9.08 ± 0.06 ^{bY}	Ö.D.	10.19 ± 0.59 ^y	7.45 ± 0.44 ^{cY}	*	**	**				
	p1	***	*	***	***	Ö.D.	***	***	***	***	***	***				
Glutamik Asit	2	17.62 ± 1.10 ^{dy}	25.54 ± 0.26 ^{cY}	**	26.02 ± 1.11 ^{bx}	22.03 ± 0.72 ^{cZ}	Ö.D.	26.03 ± 2.64 ^{bcx}	30.82 ± 0.22 ^{bX}	Ö.D.	*	***				
	30	28.61 ± 1.50 ^{cy}	24.29 ± 0.88 ^{cZ}	Ö.D.	25.20 ± 0.16 ^{bz}	46.16 ± 1.38 ^{aX}	**	44.19 ± 0.68 ^{ax}	30.23 ± 1.18 ^{bY}	**	***	***				
	60	55.16 ± 0.64 ^{bx}	32.33 ± 0.62 ^{aY}	***	33.83 ± 0.56 ^{ay}	35.46 ± 0.57 ^{bX}	Ö.D.	29.58 ± 1.57 ^{bz}	33.15 ± 0.81 ^{aY}	Ö.D.	***	*				
	90	88.06 ± 0.91 ^{ax}	29.53 ± 1.50 ^{bX}	***	20.48 ± 0.70 ^{cz}	23.42 ± 0.70 ^{cY}	Ö.D.	23.90 ± 0.88 ^{cy}	27.13 ± 0.62 ^{cX}	Ö.D.	***	*				
	p1	***	**	***	***	***	***	***	**	***	***	***				
Serin	2	16.98 ± 0.17 ^{dz}	18.65 ± 0.33 ^{cY}	*	49.86 ± 0.55 ^{ax}	35.24 ± 0.16 ^{aX}	***	23.77 ± 0.65 ^{cy}	13.44 ± 0.08 ^{dZ}	**	***	***				
	30	25.12 ± 0.20 ^{cz}	28.17 ± 0.83 ^{abY}	*	48.44 ± 0.59 ^{ax}	33.06 ± 0.54 ^{aX}	***	32.47 ± 1.12 ^{by}	29.39 ± 0.69 ^{bY}	Ö.D.	***	*				
	60	27.27 ± 0.40 ^{bz}	30.98 ± 2.74 ^{aXY}	Ö.D.	43.76 ± 0.23 ^{bx}	27.17 ± 0.76 ^{bY}	***	38.84 ± 2.11 ^{ay}	34.10 ± 0.69 ^{aX}	Ö.D.	***	*				
	90	38.18 ± 1.15 ^{axy}	24.88 ± 0.13 ^{bX}	**	40.05 ± 0.18 ^{cx}	23.08 ± 1.27 ^{cXY}	**	36.10 ± 0.01 ^{ay}	21.41 ± 0.08 ^{cY}	***	*	*				
	p1	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***				
Glisin	2	23.70 ± 3.95	14.89 ± 0.82 ^{dZ}	Ö.D.	21.73 ± 2.32 ^b	28.00 ± 0.05 ^{cY}	Ö.D.	25.44 ± 0.16 ^b	33.44 ± 0.78 ^{aX}	**	Ö.D.	***				
	30	23.42 ± 0.04 ^y	27.61 ± 1.41 ^{aY}	Ö.D.	37.82 ± 0.42 ^{ax}	42.59 ± 0.52 ^{aX}	*	22.17 ± 0.15 ^{cz}	18.41 ± 0.13 ^{dZ}	***	***	***				
	60	27.65 ± 0.82 ^y	20.86 ± 0.22 ^{cZ}	**	18.26 ± 0.23 ^{bcz}	38.11 ± 0.55 ^{bX}	**	32.43 ± 0.05 ^{ax}	27.46 ± 0.49 ^{bY}	**	***	***				
	90	27.03 ± 0.28 ^x	23.66 ± 0.62 ^{bX}	*	18.12 ± 0.93 ^{cz}	19.95 ± 1.09 ^{dY}	Ö.D.	20.82 ± 0.52 ^{dy}	23.80 ± 0.89 ^{cX}	Ö.D.	**	*				
	p1	Ö.D.	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***				

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz.). SAA¹: Serbest Amino asit. G²: Depolama günleri.

Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

SAA	G ¹	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Histidin	2	11.82 ± 0.67 ^{cy}	1.74 ± 0.18 ^{cY}	**	7.31 ± 0.18 ^{az}	10.49 ± 0.30 ^{bX}	**	22.31 ± 0.76 ^{bx}	11.51 ± 0.62 ^{bX}	**	***	***
	30	11.97 ± 0.49 ^{by}	7.52 ± 0.47 ^{abY}	*	7.62 ± 0.27 ^{az}	20.67 ± 0.39 ^{aX}	***	38.67 ± 1.34 ^{ax}	5.89 ± 0.22 ^{aZ}	***	***	***
	60	15.71 ± 0.67 ^{ay}	6.81 ± 1.08 ^{bY}	**	6.86 ± 0.66 ^{az}	6.04 ± 0.19 ^{dY}	Ö.D.	19.49 ± 0.65 ^{bx}	10.59 ± 0.81 ^{bX}	**	***	*
	90	30.08 ± 0.93 ^{ax}	9.11 ± 0.78 ^{aXY}	**	4.71 ± 0.87 ^{bz}	7.06 ± 0.35 ^{cY}	Ö.D.	21.79 ± 2.40 ^{by}	11.20 ± 1.09 ^{bX}	*	***	*
	p1	***	*		*	***		***	**			
Arjinin	2	22.68 ± 0.04 ^y	12.52 ± 0.08 ^{cY}	***	16.14 ± 0.70 ^{by}	6.86 ± 0.03 ^{cZ}	**	23.20 ± 0.25 ^{ax}	22.34 ± 0.90 ^{aX}	**	**	***
	30	22.05 ± 0.08 ^x	30.49 ± 1.06 ^{aX}	**	10.00 ± 0.77 ^{dz}	7.93 ± 0.37 ^{cZ}	Ö.D.	21.30 ± 0.04 ^{by}	18.43 ± 0.20 ^{bY}	**	***	***
	60	21.59 ± 0.54 ^x	21.88 ± 1.18 ^{bX}	Ö.D.	14.41 ± 0.41 ^{cy}	10.91 ± 1.02 ^{bZ}	*	20.96 ± 0.42 ^{bx}	16.19 ± 0.98 ^{bcY}	***	***	**
	90	21.36 ± 0.07 ^x	13.15 ± 0.15 ^{cY}	***	18.09 ± 0.37 ^{ay}	17.11 ± 0.83 ^{aX}	Ö.D.	20.90 ± 0.37 ^{bx}	15.10 ± 1.22 ^{cXY}	Ö.D.	*	*
	p1	Ö.D.	***		***	***		*	**			
Treonin	2	9.23 ± 0.57 ^{ax}	4.59 ± 0.58 ^Z	**	11.43 ± 0.48 ^{ax}	7.93 ± 0.81 ^{aY}	**	11.74 ± 0.37 ^{ay}	28.04 ± 0.64 ^{aX}	***	*	***
	30	9.19 ± 0.48 ^{ay}	4.56 ± 0.13 ^X	**	9.9 ± 0.52 ^{by}	8.01 ± 0.69 ^{aY}	*	11.19 ± 0.11 ^{abx}	18.89 ± 0.28 ^{bX}	**	*	***
	60	6.48 ± 0.78 ^{by}	4.24 ± 0.63 ^X	*	8.40 ± 0.31 ^{cy}	6.24 ± 0.94 ^{bY}	*	10.29 ± 0.81 ^{bx}	17.59 ± 0.19 ^{cX}	**	**	***
	90	6.44 ± 0.08 ^{bx}	4.79 ± 0.83 ^Y	*	7.23 ± 0.08 ^{dz}	4.71 ± 0.55 ^{bY}	**	10.37 ± 0.71 ^{by}	15.47 ± 0.58 ^{dX}	**	**	***
	p1	***	Ö.D.		***	*		*	***			
Alanin	2	24.41 ± 2.37 ^{by}	18.04 ± 0.83 ^{bY}	Ö.D.	28.90 ± 0.33 ^{ax}	12.46 ± 0.09 ^{cZ}	***	23.74 ± 0.47 ^{ay}	25.88 ± 0.87 ^{aX}	Ö.D.	Ö.D.	***
	30	9.02 ± 0.54 ^{cz}	20.97 ± 1.41 ^{aY}	**	22.29 ± 0.13 ^{bx}	28.75 ± 0.01 ^{aX}	***	11.57 ± 0.58 ^{dy}	23.59 ± 0.37 ^{bY}	**	***	**
	60	11.40 ± 1.68 ^{cy}	10.25 ± 0.79 ^{dZ}	Ö.D.	18.65 ± 0.54 ^{cx}	16.10 ± 0.02 ^{bY}	*	16.22 ± 0.74 ^{cx}	22.35 ± 0.04 ^{bcX}	**	*	***
	90	44.70 ± 0.44 ^{ax}	12.90 ± 0.13 ^{cY}	***	16.36 ± 0.62 ^{dz}	11.72 ± 0.54 ^{cY}	*	20.30 ± 0.05 ^{by}	21.03 ± 1.16 ^{cX}	Ö.D.	***	**
	p1	***	***		***	***		***	**			
Prolin	2	69.07 ± 2.23 ^{cy}	94.27 ± 2.16 ^{dX}	**	19.49 ± 0.69 ^{dz}	99.12 ± 2.43 ^{cX}	***	76.89 ± 0.88 ^{dx}	53.16 ± 0.89 ^{dY}	***	***	***
	30	149.78 ± 8.21 ^{bx}	174.53 ± 9.61 ^{bX}	Ö.D.	67.02 ± 0.97 ^{cz}	119.84 ± 0.68 ^{bY}	***	87.78 ± 0.43 ^{cy}	109.22 ± 2.35 ^{cY}	**	***	**
	60	139.51 ± 6.32 ^{by}	117.57 ± 0.01 ^{cY}	*	98.37 ± 0.39 ^{bz}	99.12 ± 2.43 ^{cZ}	Ö.D.	200.45 ± 0.67 ^{bx}	122.42 ± 0.59 ^{aX}	***	***	***
	90	171.23 ± 9.31 ^{ay}	230.43 ^{aX}	± 6.87	183.45 ± 3.71 ^{ay}	188.15 ± 0.06 ^{aY}	Ö.D.	218.74 ± 2.04 ^{ax}	170.05 ± 0.64 ^{bZ}	***	**	***
	p1	***	***		***	***		***	***			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz.) SAA¹: Serbest Amino asit. G²: Depolama günleri..

Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

	SAA ¹	G ²	M			C1			C2			
			% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3
Tirozin	2	35.42 ± 2.28 ^{ay}	37.51 ± 0.64 ^{aY}	Ö.D.	4.23 ± 0.45 ^{cz}	16.78 ± 0.01 ^{bZ}	**	38.23 ± 0.13 ^{ax}	51.90 ± 0.93 ^{aX}	**	***	***
	30	31.72 ± 0.80 ^{ax}	33.81 ± 0.67 ^{bY}	Ö.D.	10.75 ± 0.14 ^{bZ}	40.67 ± 0.01 ^{aX}	***	20.13 ± 0.44 ^{dy}	41.33 ± 0.18 ^{bX}	**	**	***
	60	22.40 ± 1.00 ^{by}	36.85 ± 0.52 ^{aZ}	**	7.59 ± 0.08 ^{cz}	41.45 ± 0.19 ^{aX}	***	30.94 ± 0.37 ^{cx}	34.54 ± 0.63 ^{cY}	Ö.D.	***	***
	90	22.22 ± 1.35 ^{by}	38.05 ± 0.25 ^{aX}	**	24.07 ± 0.52 ^{ay}	33.45 ± 0.59 ^{bY}	**	34.82 ± 0.17 ^{bx}	14.04 ± 0.15 ^{dZ}	***	**	*
	p1	**	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Valin	2	18.96 ± 0.40 ^{cY}	20.39 ± 0.35 ^{bY}	Ö.D.	17.30 ± 0.54 ^{bZ}	24.43 ± 0.62 ^{cX}	**	28.28 ± 0.48 ^{bx}	14.84 ± 0.03 ^{cZ}	***	***	***
	30	24.29 ± 0.37 ^{by}	25.29 ± 1.44 ^{aZ}	Ö.D.	18.07 ± 0.06 ^{bZ}	36.13 ± 0.49 ^{aX}	***	36.47 ± 0.61 ^{ax}	32.04 ± 1.02 ^{aY}	*	***	**
	60	18.19 ± 0.94 ^{cY}	17.57 ± 0.29 ^{cZ}	Ö.D.	25.04 ± 1.32 ^{ax}	30.84 ± 0.28 ^{bX}	*	27.13 ± 0.08 ^{bx}	19.13 ± 0.08 ^{bY}	***	**	***
	90	45.44 ± 0.54 ^{ax}	5.64 ± 0.66 ^{dZ}	***	19.47 ± 0.63 ^{by}	23.85 ± 1.44 ^{cX}	Ö.D.	9.64 ± 0.69 ^{cz}	14.70 ± 0.01 ^{cY}	**	***	***
	p1	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***
Metiyonin	2	44.25 ± 1.41 ^{cZ}	54.33 ± 1.99 ^{bY}	*	88.29 ± 0.06 ^{ax}	125.33 ± 0.43 ^{aX}	***	70.27 ± 0.01 ^{dy}	128.20 ± 0.83 ^{aX}	***	***	***
	30	44.79 ± 0.08 ^{cZ}	57.78 ± 2.30 ^{abZ}	*	81.50 ± 1.17 ^{bx}	125.33 ± 2.40 ^{bX}	**	75.19 ± 2.11 ^{cY}	109.11 ± 2.02 ^{bY}	**	***	***
	60	60.82 ± 0.90 ^{bZ}	58.12 ± 0.21 ^{abZ}	Ö.D.	74.53 ± 0.03 ^{cY}	126.54 ± 0.10 ^{bX}	***	80.46 ± 0.43 ^{bx}	109.01 ± 0.88 ^{bY}	***	***	***
	90	187.93 ± 1.18 ^{ax}	60.53 ± 0.58 ^{aZ}	***	67.43 ± 0.57 ^{dZ}	170.62 ± 4.65 ^{bX}	***	116.01 ± 0.95 ^{ay}	102.81 ± 1.04 ^{cY}	**	***	***
	p1	***	Ö.D.	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sistein	2	11.22 ± 0.41 ^{cZ}	34.38 ± 2.25 ^{bX}	**	27.61 ± 0.15 ^{cY}	24.29 ± 0.04 ^{cY}	***	37.20 ± 0.98 ^{cx}	32.71 ± 0.92 ^{aX}	*	***	*
	30	6.35 ± 0.68 ^{dZ}	22.48 ± 0.40 ^{cZ}	***	43.60 ± 0.52 ^{ay}	39.70 ± 1.24 ^{aX}	Ö.D.	48.62 ± 0.21 ^{ax}	26.94 ± 0.21 ^{cY}	***	***	***
	60	16.02 ± 0.16 ^{bZ}	37.97 ± 0.79 ^{aX}	***	36.52 ± 1.36 ^{bx}	29.25 ± 1.12 ^{bY}	*	32.18 ± 0.77 ^{dy}	24.77 ± 0.19 ^{dZ}	**	***	***
	90	27.99 ± 0.23 ^{az}	25.76 ± 0.30 ^{cY}	*	34.35 ± 0.89 ^{by}	17.31 ± 0.57 ^{dZ}	**	46.16 ± 0.81 ^{bx}	30.84 ± 0.86 ^{bX}	**	***	***
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
İzölösün	2	9.42 ± 0.07 ^{dy}	2.12 ± 0.72 ^{bZ}	**	3.00 ± 0.04 ^{bZ}	13.66 ± 0.33 ^{aY}	***	17.24 ± 1.03 ^{dx}	23.79 ± 0.08 ^{aX}	*	***	***
	30	19.89 ± 0.73 ^{by}	3.29 ± 0.98 ^{bZ}	**	2.41 ± 0.47 ^{bZ}	12.84 ± 0.04 ^{aY}	***	36.83 ± 0.19 ^{ax}	15.04 ± 0.58 ^{bX}	***	***	***
	60	18.59 ± 0.49 ^{cY}	9.21 ± 0.34 ^{aY}	**	4.35 ± 0.21 ^{az}	11.05 ± 0.87 ^{bY}	**	26.50 ± 0.45 ^{bx}	13.66 ± 0.65 ^{cX}	**	***	*
	90	23.08 ± 0.17 ^{ax}	8.48 ± 0.11 ^{aZ}	***	0.46 ± 0.21 ^{cY}	11.46 ± 0.05 ^{bY}	***	24.04 ± 0.64 ^{cx}	11.82 ± 0.11 ^{dX}	***	***	***
	p1	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz.) SAA¹: Serbest Amino asit. G²: Depolama günleri.

Çizelge 4.10. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma sırasında serbest amino asitler (mg/kg) (ort±std)

SAA ¹	G ²	M					C1					C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4				
Lösin	2	18.63 ± 1.65 ^y	11.24 ± 0.33 ^{bZ}	*	39.28 ± 1.08 ^{ax}	29.23 ± 1.05 ^{aY}	*	22.05 ± 0.86 ^{by}	46.28 ± 0.68 ^{bX}	***	***	***				
	30	18.67 ± 2.88 ^y	17.51 ± 0.16 ^{aY}	***	38.53 ± 0.06 ^{ax}	29.00 ± 0.08 ^{aX}	***	10.51 ± 0.24 ^{cz}	16.77 ± 1.03 ^{dY}	*	***	***				
	60	17.42 ± 0.35 ^y	12.41 ± 1.16 ^{bZ}	**	31.81 ± 0.81 ^{bx}	26.70 ± 0.35 ^{bX}	*	20.56 ± 0.45 ^{by}	19.30 ± 0.39 ^{cY}	Ö.D.	***	***				
	90	20.88 ± 0.85 ^y	18.63 ± 0.45 ^{aZ}	Ö.D.	33.36 ± 0.16 ^{bx}	23.55 ± 0.49 ^{cY}	***	33.19 ± 0.75 ^{ax}	50.53 ± 0.23 ^{aX}	***	***	***				
	p1	Ö.D.	***		***	**		***	***							
Fenilalanin	2	79.12 ± 1.56 ^{dy}	149.30 ± 1.42 ^{bX}	***	110.14 ± 0.73 ^{cx}	140.58 ± 0.25 ^{dY}	***	70.84 ± 1.02 ^{dz}	109.88 ± 3.08 ^{cZ}	**	***	***				
	30	184.80 ± 1.69 ^{ax}	155.34 ± 0.58 ^b	**	138.31 ± 8.59 ^{by}	169.57 ± 0.67 ^c	*	110.11 ± 0.23 ^{cz}	135.98 ± 28.66 ^{bc}	Ö.D.	**	Ö.D.				
	60	177.12 ± 0.23 ^{bx}	184.31 ± 4.88 ^{ax}	Ö.D.	147.89 ± 3.13 ^{bZ}	178.75 ± 2.25 ^{bX}	**	159.67 ± 0.67 ^{by}	162.53 ± 0.67 ^{abY}	Ö.D.	***	*				
	90	170.32 ± 0.84 ^{cz}	154.85 ± 2.67 ^{bZ}	*	215.79 ± 1.83 ^{ax}	222.38 ± 3.01 ^{aX}	Ö.D.	189.64 ± 0.20 ^{ay}	187.75 ± 0.43 ^{aY}	*	***	***				
	p1	***	***		***	***		***	*							
Triptofan	2	18.80 ± 0.18 ^{cz}	13.11 ± 0.50 ^{cY}	**	55.63 ± 0.64 ^{bx}	38.33 ± 1.45 ^{dX}	**	45.22 ± 0.45 ^{cY}	37.68 ± 0.30 ^{cX}	**	***	***				
	30	92.63 ± 2.48 ^{bx}	94.72 ± 0.20 ^{bZ}	Ö.D.	38.50 ± 0.95 ^{cY}	43.74 ± 0.28 ^{cY}	*	26.14 ± 0.66 ^{dz}	39.03 ± 1.19 ^{cZ}	**	***	***				
	60	90.88 ± 0.92 ^{bx}	97.21 ± 0.49 ^{bx}	*	25.47 ± 0.73 ^{dz}	54.25 ± 0.46 ^{bY}	***	54.57 ± 1.23 ^{ay}	46.64 ± 0.82 ^{bZ}	**	***	***				
	90	117.61 ± 4.72 ^{ax}	109.19 ± 2.04 ^{ax}	Ö.D.	74.57 ± 0.21 ^{ay}	61.33 ± 1.76 ^{aY}	**	50.28 ± 0.23 ^{bZ}	60.47 ± 0.35 ^{aY}	***	***	***				
	p1	***	***		***	***		***	***							
Lizin	2	77.23 ± 1.17 ^{cY}	113.08 ± 3.61 ^{cY}	**	91.80 ± 1.97 ^{dx}	103.60 ± 0.38 ^{dZ}	*	72.37 ± 1.26 ^{dz}	136.88 ± 0.11 ^{abX}	***	**	***				
	30	144.15 ± 8.08 ^{bx}	114.23 ± 1.20 ^{cZ}	*	112.07 ± 2.02 ^{cY}	117.95 ± 0.46 ^{cY}	Ö.D.	81.40 ± 1.13 ^{cz}	131.49 ± 0.41 ^{bX}	***	**	***				
	60	205.87 ± 6.47 ^{ax}	145.26 ± 9.39 ^b	*	133.36 ± 0.73 ^{bZ}	134.07 ± 2.31 ^b	Ö.D.	145.76 ± 0.25 ^{by}	142.92 ± 1.01 ^{ab}	Ö.D.	***	Ö.D.				
	90	197.15 ± 8.18 ^{ax}	194.50 ± 7.81 ^a	Ö.D.	172.71 ± 1.56 ^{ay}	166.67 ± 1.53 ^a	Ö.D.	160.76 ± 0.13 ^{ay}	160.73 ± 18.73 ^a	Ö.D.	**	Ö.D.				
	p1	***	***		***	***		***	Ö.D.							

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz.) SAA¹: Serbest Amino asit. G²: Depolama günleri.

4.4. Uçucu Bileşenler

Peynirin tüketiciler tarafından kabulünde lezzet (aromatik uçucu bileşenler, amino asitler, organik asitler gibi bileşenlerin varlığı) ve görünüm (tekstür ve renk) önemli rol oynamaktadır. Üretiminde starter kültür kullanılmayan çiğ süt ya da termize süttten üretilen çoğu peynirlerde tespit edilen uçucu bileşenler;

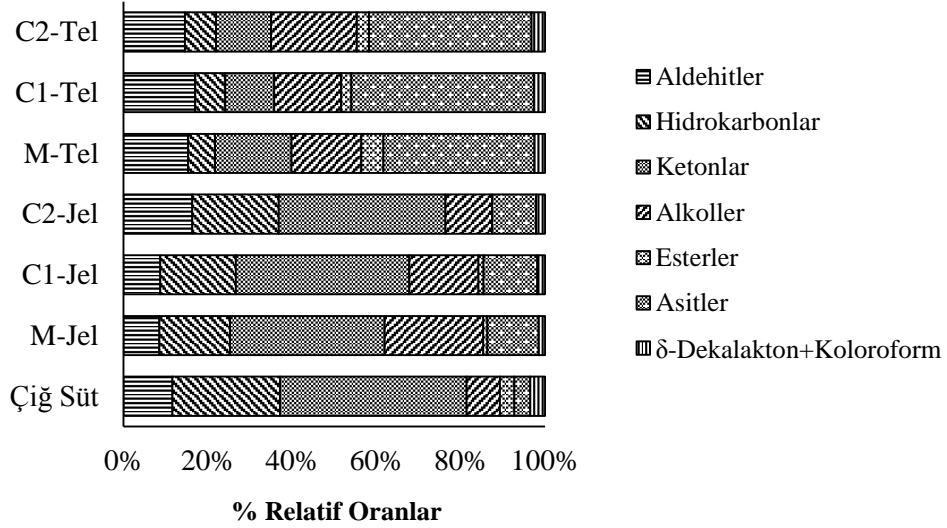
- Süt kaynaklı olabilir.

- Glikoliz, lipoliz, proteoliz, sitrat metabolizması gibi çeşitli biyokimyasal yollar sırasında oluşabilir.

- Peynirin üretim koşullarına bağlı olarak peynirde bulunan bazı mikroorganizmalar, çoğu uçucu bileşenleri bir öncül madde olarak kullanarak diğer uçucu bileşenleri oluşturabilirler (Fox ve ark., 2017). Bu nedenle peynirin uçucu bileşen profili, peynir üretimi ve olgunlaşma sırasındaki biyokimyasal değişimler hakkında bir fikir verebildiği gibi, doğru olgunlaşma zamanının seçiminde de etkili olabilir.

Çiğ süt, jel, teleme ve peynirlerde sırasıyla toplamda 23, 30, 31, 31 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Uçucu bileşenler, asit, aldehit, alkol, ester, keton, hidrokarbon gibi kimyasal gruplardan oluşmuştur. Şekil 3.39'da gösterildiği üzere süt ve jellerde en fazla oranda bulunan uçucu grubu ketonlar iken; telemelerde asitler belirlenmiştir. Aseton sütte en fazla oranda bulunan uçucu bileşen olup; onu heksan, asetaldehit, 2-pentanol ve 1-hepten takip etmiştir (Çizelge 4.12-16). Sütte yüksek aseton oranı, hayvan metabolizmasıyla ilişkili olabilir. Çünkü ruminantlarda aseton, pirüvattan oluşan asetoasetattan da meydana gelerek süte geçebilir. Villeneuve ve ark. (2013) saman, çayır ve silajla beslenen ineklerin sütlerinde diğer ketonlara kıyasla yüksek oranda aseton tespit etmişlerdir. Urbach (1993), asetonu süttün ve peynirin normal bir bileşeni olarak değerlendirmiştir. Heksan, 1-hepten, 1-heksen, 1-nonen gibi hidrokarbonlar dikkate değer oranda sütte tespit edilmiştir. Söz konusu bileşenler yağ asitleri ve bitkilerdeki klorofilin parçalanma ürünleri olabilmektedirler (O'Callaghan ve ark., 2016). Asetaldehit ise sütte Strecker degradasyonu sonucunda alanin amino asitinden de oluşabilmektedir. Bir diğer yüksek oranda bulunan bileşen olan 2-pentanol ise yem kaynaklı olabilir. O'Callaghan ve ark. (2016), flora zenginliği yüksek olan bölgelerde otlayan koyunların sütlerinde yüksek oranda 1-pentanol belirlemiştir. Gerek jellerde gerekse telemelerde süttten farklı olarak 2-heptanon, asetoin, 3-metil-1-bütanol, 1-oktanol, siyano asetik asit, 3-nitropropanoik asit ve kloroform gibi uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Peynirlerin üretimi sırasında süte

kıyasla asitlerin oranı önemli düzeyde artmış; en fazla oranda bulunan bileşen grubunu oluşturmuştur. M, C1 ve C2 telemelerinde asitler sırasıyla % 36, % 43 ve % 39 oranlarında belirlenmiştir. Asitlerden sonra telemelerde en fazla oranda bulunan bileşen gruplarının alkoller ve ketonlar olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.40). Olgunlaşma sırasında peynirler de uçucu bileşen grupları açısından telemelere benzerlik göstermişlerdir. Olgunlaşma zamanlarını göz ardı ettiğimizde, asitler, ketonlar ve alkoller 10M, 10C1 ve 10C2 peynirlerinde sırasıyla % 44-% 44-% 50, % 25-% 23-% 22 ve % 13-% 17-% 14 iken; 12M, 12C1 ve 12C2 peynirlerinde ise % 56-% 54-% 49, % 18-% 15-% 16 ve % 15-% 16-% 12 oranlarında tespit edilmiştir. Diğer uçucu grupları ise peynirlerde % 10'un altında kalmıştır.



Şekil 3.39. Çiğ süt, jel ve teleme örneklerinde uçucu kimyasal grup relatif oranları (%)

Çizelge 4.11. Süt, jel ve telemelerde asitler (% toplam uçucu bileşen)

Asitler	RI	RT	Süt	Peynir		
				Mayası	Peynir jeli	Teleme
Siyano asetik asit	1102	9.35	-	M	0.11 ± 0.02	-
				C1	-	-
				C2	-	-
				P	-	-
3-Nitropropanoik asit	1155	10.93	-	M		
				C1	1.52 ± 0.29	7.11 ± 0.23
				C2	-	-
				P	-	-
Asetik asit	2094	25.32	-	M	-	2.50 ± 0.08
				C1	0.54 ± 0.23 ^a	1.76 ± 0.81
				C2	0.55 ± 0.30 ^a	2.52 ± 0.56
				P	**	Ö.D.
Bütanoik asit	>2100	31.08	0.18±0.08	M	0.46 ± 0.11	4.29 ± 0.76
				C1	0.70 ± 0.24	3.74 ± 0.60
				C2	0.46 ± 0.15	3.64 ± 0.52
				P	Ö.D.	Ö.D.
Heksanoik asit	>2100	36.66	1.05±0.24	M	2.44 ± 0.41	13.99 ± 1.41
				C1	3.99 ± 0.23	10.97 ± 0.23
				C2	3.67 ± 0.71	10.94 ± 0.69
				P	Ö.D.	Ö.D.
Oktanoik asit	>2100	41.3	2.34±0.46	M	3.96 ± 0.07	10.70 ± 1.40
				C1	4.36 ± 0.97	12.97 ± 2.39
				C2	4.54 ± 0.43	13.57 ± 2.58
				P	Ö.D.	Ö.D.
Dekanoik asit	>2100	46.78- 46.9	2.75±0.18	M	5.19 ± 0.30 ^a	3.96 ± 0.86 ^b
				C1	1.62 ± 0.16 ^b	6.14 ± 0.44 ^a
				C2	1.13 ± 0.33 ^b	7.14 ± 0.78 ^a
				P	***	**

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimosin peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.12. Süt, jel ve telemelerde aldehitler (% toplam uçucu bileşen)

Aldehitler	RI	RT	Süt	Peynir		
				Mayası	Peynir jeli	Teleme
Asetaldehit	664	4.1-4.2	9.21±0.83	M	6.52 ± 0.87 ^b	11.42 ± 0.57
				C1	6.80 ± 0.24 ^b	14.56 ± 1.66
				C2	14.07 ± 0.94 ^a	12.20 ± 0.89
				P	***	Ö.D.
3-Metilbütanal	990	7.18	0.63±0.55	M	0.37 ± 0.13	0.99 ± 0.90
				C1	0.86 ± 0.30	0.83 ± 0.23
				C2	1.07 ± 0.75	0.81 ± 0.07
				P	Ö.D.	Ö.D.
Heksanal	1175	11.53	1.01±0.46	M	1.05 ± 0.21	2.70 ± 0.34 ^a
				C1	1.06 ± 0.25	1.40 ± 0.15 ^b
				C2	1.06 ± 0.42	1.26 ± 0.11 ^b
				P	Ö.D.	***
Pentanal	1182	11.74	0.28±0.09	M	0.47 ± 0.24	-
				C1	-	-
				C2	-	-
				P	-	-

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.13. Süt, jel ve telemelerde alkoller (% toplam uçucu bileşen)

Alkoller	RI	RT	Süt	Peynir		
				Mayası	Peynir jeli	Teleme
2-Pentanol	783	4.53	6.93±0.12	M	9.39 ± 0.43 ^a	5.80 ± 0.39
				C1	9.96 ± 0.19 ^a	5.87 ± 0.35
				C2	3.81 ± 0.55 ^b	8.90 ± 2.68
				P	***	Ö.D.
Etanol	1008	7.5	0.08±0.09	M	8.14 ± 0.59 ^a	7.26 ± 1.24
				C1	5.95 ± 0.53 ^b	7.86 ± 0.97
				C2	6.09 ± 0.51 ^b	8.39 ± 1.13
				P	*	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.13. (Devam) Süt, jel ve telemelerde alkoller (% toplam uçucu bileşen)

Alkoller	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir jeli	Teleme
Izoamil alkol	1337	15.33	0.26±0.07	M	5.54 ± 0.36	1.37 ± 0.64
				C1	-	0.64 ± 0.17
				C2	-	0.91 ± 0.79
				P	-	Ö.D.
1-Oktanol	>2100	28.87	-	M	-	0.41 ± 0.12 ^a
				C1	0.44 ± 0.15 ^a	0.24 ± 0.10 ^b
				C2	0.44 ± 0.13 ^a	0.17 ± 0.08 ^b
				P	***	*
Benzen etanol	>2100	38.43	-	M	-	1.17 ± 0.45
				C1	-	1.09 ± 0.75
				C2	0.71 ± 0.57	1.67 ± 0.93
				P	-	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz)..

Çizelge 4.14. Süt, jel ve telemelerde esterler (% toplam uçucu bileşen)

Esterler	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir jeli	Teleme
2-Propenil bütanoat	1173	11.48	1.04±0.24	M	0.81 ± 0.14 ^b	-
				C1	1.22 ± 0.31 ^a	-
				C2	-	-
				P	***	-
Etil heksanoat	1383	16.25	2.36±0.09	M	0.18 ± 0.10	0.53 ± 0.04
				C1	-	-
				C2	-	-
				P	-	-
Etil oktanoat	2017	24.51	-	M	-	0.93 ± 0.22
				C1	-	0.75 ± 0.25
				C2	-	0.71 ± 0.14
				P	-	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.14. (Devam) Süt, jel ve telemelerde esterler (% toplam uçucu bileşen)

Esterler	RI	RT	Süt	Peynir		
				Mayası	Peynir jeli	Teleme
Metil 2-hidroksi-4-metilpentanoat	>2100	26.22	-	M	-	2.87 ± 0.17 ^a
				C1	-	0.78 ± 0.25 ^b
				C2	-	0.99 ± 0.39 ^b
				P	-	***
Etil dekanoat	>2100	31.27	-	M	-	0.98 ± 0.14
				C1	-	1.01 ± 0.14
				C2	-	1.10 ± 0.28
				P	-	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.15. Süt, jel ve telemelerde ketonlar (% toplam uçucu bileşen)

Ketonlar	RI	RT	Süt	Peynir		
				Mayası	Peynir jeli	Teleme
Aseton	895	5.67	40.82±2.55	M	34.57 ± 2.84	4.47 ± 0.44
				C1	30.13 ± 0.67	4.54 ± 0.93
				C2	29.93 ± 1.78	4.79 ± 0.89
				P	Ö.D.	Ö.D.
2-Pentanon	1062	8.55	-	M	-	2.85 ± 0.39
				C1	-	-
				C2	-	-
				P	-	-
Diasetil	1064	8.58	1.44±0.66	M	0.77 ± 0.40	1.43 ± 0.15
				C1	1.22 ± 0.36	1.72 ± 0.97
				C2	1.16 ± 0.22	1.55 ± 0.64
				P	Ö.D.	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.15. (Devam) Süt, jel ve telemelerde ketonlar (% toplam uçucu bileşen)

Ketonlar	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir jeli	Teleme
2-Heptanon	1303	14.65	-	M	-	1.49 ± 0.55 ^a
				C1	0.53 ± 0.27 ^b	0.49 ± 0.08 ^b
				C2	1.10 ± 0.77 ^a	0.40 ± 0.19 ^b
				P	*	**
Asetoin	1515	18.49	-	M	0.17 ± 0.10 ^c	6.94 ± 0.83
				C1	8.93 ± 0.64 ^a	4.11 ± 0.92
				C2	6.89 ± 0.68 ^b	5.51 ± 0.34
				P	***	Ö.D.
2-Nonanon	1855	22.78	0.96±0.56	M	0.86 ± 0.38 ^a	0.79 ± 0.02 ^a
				C1	0.27 ± 0.15 ^b	0.54 ± 0.15 ^b
				C2	0.28 ± 0.07 ^b	0.51 ± 0.06 ^b
				P	**	**

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.16. Süt, jel ve telemelerde hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)

Hidrokarbonlar	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir jeli	Teleme
Heksan	756	4.43	10.20±1.93	M	2.68 ± 0.49 ^b	2.43 ± 0.41
				C1	2.75 ± 0.02 ^b	3.26 ± 0.54
				C2	4.09 ± 0.62 ^a	2.70 ± 0.74
				P	*	Ö.D.
1-Heksen	767	4.47	4.26±0.45	M	5.63 ± 0.65 ^b	1.23 ± 0.43
				C1	7.76 ± 0.70 ^a	1.00 ± 0.54
				C2	7.31 ± 0.74 ^a	1.32 ± 0.27
				P	**	Ö.D.
1-Hepten	861	4.81	6.28±1.13	M	7.76 ± 0.86	1.66 ± 0.23
				C1	6.05 ± 0.05	2.50 ± 0.80
				C2	6.84 ± 0.18	3.02 ± 0.15
				P	Ö.D.	Ö.D.
1-Nonen	952	6.56	2.40±0.70	M	-	0.24 ± 0.04
				C1	-	-
				C2	-	-
				P	-	-

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.16. (Devam) Süt, jel ve telemelerde hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)

Hidrokarbonlar	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir jeli	Teleme
1-Desen	1127	10.09	1.58±0.03	M	0.59 ± 0.14	0.78 ± 0.29 ^a
				C1	0.86 ± 0.44	0.28 ± 0.10 ^b
				C2	0.87 ± 0.44	0.21 ± 0.12 ^b
				P	Ö.D.	**
1-Dodesen	1242	13.25	0.26±0.31	M	-	-
				C1	0.40 ± 0.06 ^b	-
				C2	1.30 ± 0.17 ^a	-
				P	***	-

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.17. Süt, jel ve telemelerde diğer bileşenler (% toplam uçucu bileşen)

Diğer	RI	RT	Süt	Peynir Mayası	Peynir Jeli	Teleme
Lakton						
δ-Dekalakton	>2100	45.46	0.61±0.23	M	0.73 ± 0.12 ^a	1.13 ± 0.25 ^b
				C1	0.25 ± 0.20 ^b	1.36 ± 0.27 ^b
				C2	0.54 ± 0.18 ^a	1.90 ± 0.37 ^a
				P	*	*
Kloroform	1111	9.62	-	M	0.80 ± 0.53	1.37 ± 0.64
				C1	1.55 ± 0.17	1.28 ± 0.44
				C2	1.55 ± 0.16	1.27 ± 0.40
				P	Ö.D.	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

4.4.1. Asitler

Asitlerin oranları açısından peynirler benzer bir eğilim göstermiş olup; tüm peynirlerde en fazla oranda belirlenen asit oktanoik asit olup; onu heksanoik asit, dekanıik asit, bütanoik asit ve asetik asit izlemiştir. Görüldüğü üzere lipoliz sonucu oluşan asitler en fazla oranda tespit edilen uçucu bileşenleri oluşturmuşlardır. Bu durum, süt lipoprotein lipazı ya da peynir üretimi sırasında gelişen mikroorganizma kaynaklı lipaz enzimlerinin trigliseritler üzerine aktivitesiyle ilişkili olabilir. Bazı araştırmacılar (Akın ve ark., 2003; Mallatou ve ark., 2003; Güler ve Uraz, 2004; Fox ve ark., 2017),

kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin (C4-C10) çok daha düşük algılanma eşik değerleri nedeniyle, peynirde asit tada neden olduğunu ve karakteristik aromanın gelişiminde önemli rol oynadıklarını ifade etmişlerdir. Beyaz peynirde ise asit tat en önemli kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu asitler peynir olgunlaşması sırasında lipoliz indeksinin değerlendirilmesinde bir parametre olarak da kullanılabilir. Peynirlerde heksanoik asit dili ısıricı, oktanoik asit sabunumsu ve keçi aroması, dekanolik asit ise ransit tadın gelişiminden sorumlu olabilmektedirler (Molimmard ve Spinnler, 1996). Çalışmamıza benzer şekilde, Baş ve ark. (2019) da olgunlaşmış Beyaz peynir aromalı enzim modifiyeli peynirlerde oktanoik ve heksanoik asitleri diğer asitlere kıyasla daha yüksek oranda tespit etmişlerdir.

Enzim çeşidinin asit oranları üzerine belirgin bir etki yaratmadığı gözlemlenirken; salamuranın tuz konsantrasyonunun artması ise tüm peynirlerde asitlerin oranında bir artışa neden olmuştur. Estrada ve ark. (2019), çığ koyun sütünden üretilen peynirde tuz içeriğinin artmasının proteoliz ve lipolizi artırıcı yönde bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak çalışmamızda salamura tuz konsantrasyonu yüksek olan peynirlerin kurumadde içerikleri, düşük tuz konsantrasyonlu peynirlere kıyasla önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Asitlerin % 12 salamuralı peynirlerde daha yüksek oranda belirlenmesi söz konusu peynirlerin kurumadde içeriklerinin yüksek olmasıyla ilişkili olabilir. Tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda siyano asetik asit belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Söz konusu asit % 12 salamuralı peynirlerde C2 peyniri hariç önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Bildiğimiz kadarıyla peynirlerde ilk kez belirlenen bu asit, peynir olgunlaşma ortamının tuz içeriği, mikrobiyal popülasyon ve onların metabolizmasıyla ilişkili olabilir. Daha önce yapılan benzer bir çalışmada (Süner, 2018), peynir üretimleri, kullanılan tuz benzer olmasına ve daha uzun olgunlaşma süresine sahip olmasına rağmen söz konusu asit ve 3-nitropropanoik asit tespit edilmemiştir. Ancak bu çalışmada salamuranın tuz konsantrasyonu % 8 iken; çalışmamızda % 10 ve % 12 olmuştur. Dolayısıyla salamura tuz konsantrasyonu söz konusu 2 asitin (siyano asetik asit, 3-nitropropanoik asit) oluşumu üzerinde önemli bir rol oynayabilmektedir. Marek (2001) de, yapmış olduğu çalışmada, Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi ile siyano asetik asitin tespit edilebilirliğini belirtmiştir.

Olgunlaşma süresince yağ asit oranları, artma ya da azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Ancak tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda olgunlaşmanın diğer

günlerine kıyasla asitlerin oranında azalma gözlemlenmiştir. Bu durum ketonların, esterlerin ve laktonların oransal olarak artmasıyla ilişkili olabilir. Çünkü asitler söz konusu bileşenlerin oluşumunda öncül rol oynamaktadırlar.

4.4.2. Ketonlar

Ketonlar; Manchego, Roncal gibi çoğu çığ süt peynirlerinde (Centeno ve ark., 2004; Munoz ve ark., 2003), küfle olgunlaştırılan peynirlerde (Molimmard ve Spinnler, 1996; Hayaloğlu ve ark., 2007) önemli aroma bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda tüm peynirlerde 2-pentanon, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-andekanon gibi metil ketonlar olgunlaşmanın sonunda, diğer olgunlaşma günlerine kıyasla oransal olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) artmıştır (Çizelge 4.19). Söz konusu ketonlar, salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde salamurada % 12 tuz içerenlere kıyasla daha yüksek oranda belirlenmiştir. Özellikle olgunlaşmanın sonunda salamurada % 12 tuz içeren peynirler arasında anılan metil ketonlar önemli düzeyde ($p<0.001$) farklılık gösterirken; aynı dönemde % 10 tuz içeren peynirler arasında yalnızca 2-nonanon ve 2-andekanonunda farklılıklar gözlemlenmiştir.

Yukarıda belirtilen metil ketonlar lipolizin ikincil metabolitleridir. Yağ asitleri, beta-ketoasitlere okside olmakta daha sonra da bu asitlerden ketoaçil koenzim-A vasıtasıyla CO₂ ayrılarak söz konusu yağ asidinin bir karbon eksikliği metil ketonuna dönüşmektedir. Dolayısıyla da heksanoik, oktanoik, dekanoik gibi yağ asitlerinin oranının olgunlaşmanın sonunda azalması bu asitlerden oluşan metil ketonların oranının artmasıyla ilişkili olabilmektedir.

Peynirlerde belirlenen diğer ketonlar ise aseton, diasetil ve asetoin olup; daha önce belirtilen metil ketonların aksine bu ketonlar olgunlaşmanın sonunda, olgunlaşmanın diğer günlerine kıyasla daha az oranda tespit edilmiştir. Hatta diasetil 10M peyniri hariç tüm peynirlerde yalnızca olgunlaşmanın 2. gününde belirlenmiştir. Diasetil, başlıca sitrat metabolizmasının bir ürünü olup; starter olmayan laktik asit bakterilerinin asetoin dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla asetoin indirgenebilmektedir. Asetoin, direkt olarak asetolaktat üzerinden pirüvattan da oluşabilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Asetoin, taze peynir aromasına neden olan bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.18. Peynirlerde olgunlaşma süresince asitler (% toplam uçucu bileşen)

Asitler	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Siyano asetik asit ²	1102	9.35	90	2.61 ± 0.40	7.25 ± 1.79	**	3.22 ± 0.95	9.24 ± 1.76	***	2.29 ± 0.73	2.40 ± 0.28	Ö.D.	*	***
			p1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-Nitropropanoik asit	1155	10.93	2	0.10 ± 0.05 ^{bx}		**	-		-	-	-	-	**	-
			30	0.91 ± 0.21 ^{ay}		***	4.98 ± 3.01 ^{ax}		***	1.13 ± 0.14 ^{by}	-	***	*	-
			60	-		-	0.37 ± 0.26 ^{by}		*	2.55 ± 0.37 ^{ax}	0.26 ± 0.05	***	***	***
			90	-		-	-		-	-	-	-	-	-
			p1	***		***		***		***	-			
Asetik asit	2094	25.32	2	1.53 ± 1.35	1.75 ± 1.36	Ö.D.	1.03 ± 0.47	1.41 ± 0.90	Ö.D.	1.59 ± 0.73 ^b	1.23 ± 0.91 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	0.82 ± 0.22	1.13 ± 0.04	Ö.D.	2.18 ± 1.41	1.34 ± 0.90	Ö.D.	1.19 ± 0.35 ^b	0.81 ± 0.63 ^{ab}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	2.01 ± 1.88	1.22 ± 0.78	Ö.D.	1.63 ± 1.19	0.60 ± 0.53	Ö.D.	8.83 ± 7.26 ^a	1.56 ± 0.80 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	-	-	-	0.75 ± 0.61 ^x	-	*	0.67 ± 0.21 ^{bx}	-	***	*	-
			p1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	*	*				
Bütanoik asit	>2100	31.08	2	2.84 ± 0.64 ^b	3.52 ± 0.74 ^b	Ö.D.	2.57 ± 1.27	3.07 ± 0.32	Ö.D.	2.87 ± 0.68	3.67 ± 0.85	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	2.35 ± 0.39 ^b	3.00 ± 0.56 ^{bc}	Ö.D.	2.36 ± 0.82	2.77 ± 0.39	Ö.D.	2.46 ± 0.77	2.96 ± 0.32	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	4.24 ± 0.40 ^{ax}	4.68 ± 0.44 ^{ax}	Ö.D.	2.79 ± 0.38 ^y	3.46 ± 0.75 ^y	Ö.D.	3.96 ± 1.06 ^x	3.20 ± 0.90 ^y	Ö.D.	*	*
			90	2.81 ± 0.97 ^b	2.20 ± 0.78 ^c	Ö.D.	3.35 ± 1.19	3.13 ± 0.68	Ö.D.	3.14 ± 0.78	2.57 ± 0.44	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	**	***	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.²: Siyano asetik asit olgunlaşmanın 2., 30. ve 60. günlerinde tespit edilememiştir.

Çizelge 4.18. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince asitler (% toplam uçucu bileşen)

Asitler	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Heksanoik asit	>2100	36.66	2	11.73 ± 3.51 ^a	12.39 ± 4.23	Ö.D.	11.93 ± 2.02	11.76 ± 2.44 ^a	Ö.D.	13.07 ± 4.56	13.29 ± 3.42 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	9.95 ± 0.94 ^a	12.63 ± 1.34	*	9.60 ± 1.01	12.46 ± 1.79 ^a	*	9.52 ± 1.05	14.06 ± 1.20 ^a	***	Ö.D.	Ö.D.
			60	14.03 ± 1.54 ^a	14.79 ± 1.73	Ö.D.	10.45 ± 1.76	13.13 ± 3.39 ^a	Ö.D.	11.43 ± 3.07	12.40 ± 4.53 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	5.51 ± 1.81 ^{by}	8.50 ± 3.32	Ö.D.	8.79 ± 3.59 ^{xy}	5.10 ± 1.62 ^b	Ö.D.	12.76 ± 3.42 ^x	6.82 ± 2.14 ^b	*	*	Ö.D.
			p1	**	Ö.D.	Ö.D.	**	Ö.D.	*					
Oktanoik asit	>2100	41.3	2	16.45 ± 2.04	17.76 ± 2.69	Ö.D.	17.07 ± 3.08	20.95 ± 7.64	Ö.D.	17.51 ± 3.47	18.68 ± 6.00	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	21.39 ± 5.27	23.83 ± 7.10	Ö.D.	17.97 ± 3.23	20.87 ± 4.24	Ö.D.	17.52 ± 4.28	20.14 ± 6.24	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	20.69 ± 4.23	25.81 ± 3.04	Ö.D.	12.88 ± 3.95	21.06 ± 4.76	Ö.D.	19.15 ± 2.78	18.88 ± 6.83	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	7.85 ± 3.88	18.45 ± 6.09	Ö.D.	16.84 ± 4.63	10.58 ± 6.26	Ö.D.	15.10 ± 3.87	15.96 ± 3.92	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Dekanoik asit	>2100	46.78-46.9	2	9.10 ± 1.13	7.18 ± 1.24	Ö.D.	9.87 ± 1.74	9.90 ± 1.99	Ö.D.	8.76 ± 1.72	12.03 ± 2.40	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	7.87 ± 1.01	10.62 ± 2.82	Ö.D.	8.20 ± 3.08	13.40 ± 4.51	Ö.D.	9.31 ± 1.80	12.25 ± 2.33	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	10.59 ± 2.26	11.89 ± 1.95	Ö.D.	6.91 ± 2.43	12.84 ± 3.85	Ö.D.	11.30 ± 4.01	12.57 ± 5.08	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	8.71 ± 2.34	10.51 ± 1.55	Ö.D.	7.01 ± 3.86	8.15 ± 2.49	Ö.D.	12.86 ± 3.38	10.03 ± 1.91	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

Sütün başlıca ketonu olan aseton, daha önce de belirtildiği gibi asetoasetat üzerinden pirüvattan oluşabileceği gibi; bütanoik asitin oksidasyonundan da oluşabilmektedir. Ancak aseton oranının, peynirlerde olgunlaşmanın sonunda önemli düzeyde azalması ya da bazı peynirlerde (10M, 12M) tespit edilememesi, azot bulunan ortamlarda muhtemelen bazı bakterilerin asetonu, azot içeren kısa karbon zincirli asetik asite okside etmesiyle ilişkilendirilebilir. Çalışmamızda Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere siyano asetik asit yalnızca olgunlaşmanın sonunda ve dikkate değer bir oranda tüm peynirlerde tespit edilmiştir. Salamurada % 10 tuz içeren peynirler arasında aseton ve asetoin oranları olgunlaşmanın sonunda istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılık göstermiştir.

4.4.3. Alkoller

Tüm telemelerde Çizelge 4.13’te görüldüğü gibi 5 alkol uçucu bileşeni tespit edilmesine rağmen; 4 alkol bileşeni (2-pentanol, etanol, izoamil alkol, benzen etanol) olgunlaşma sırasında tüm peynirlerde tespit edilmiştir. Çizelge 4.20’de görüldüğü üzere alkoller arasında etanol, peynirlerde en fazla oranda belirlenmiştir. Ancak olgunlaşmanın sonuna doğru etanol oranında bir azalma gözlemlenmiştir. Söz konusu alkol, salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde % 12 tuz içerenlere kıyasla daha yüksek oranda belirlenmiştir. Etanol, bazı laktobasiller bunun yanı sıra mayalar tarafından laktoz fermentasyonu sırasında oluşabileceği gibi; amino asitlerin parçalanmasıyla da oluşabilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Daha önce yapılan çalışmalarda da etanol, Beyaz peynirde en fazla oranda belirlenen alkol bileşenidir (Şahingil ve ark., 2014; Soltani ve ark., 2016a; Süner, 2018). Etanol, etil esterlerin oluşumunda öncül madde olduğundan oranında gözlemlenen azalma, etil esterlerin oluşumu ile ilgili olabilir. Nitekim, bazı etil esterlerin oranında olgunlaşmanın sonunda bazı peynirlerde önemli düzeyde artmalar gözlemlenmiştir. Etanolün oranı olgunlaşma sırasında azalırken; benzen etanolün oranı da olgunlaşma boyunca artmış ve peynirlerde en fazla oranda bulunan ikinci alkol olmuştur. Salamura tuz konsantrasyonu benzen etanol (2-fenil etanol) üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Söz konusu alkol, mayalar tarafından fenilalanin amino asitinden oluşabilmektedir (Molimmard ve Spinnler, 1996).

Çizelge 4.19. Peynirlerde olgunlaşma süresince ketonlar (% toplam uçucu bileşen)

Ketonlar	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Aseton	895	5.67	2	6.73 ± 1.56 ^a	2.63 ± 1.03 ^a	**	6.80 ± 1.81 ^a	3.07 ± 1.24 ^{ab}	*	6.16 ± 0.47 ^b	2.38 ± 0.39	***	Ö.D.	Ö.D.
			30	4.44 ± 2.87 ^a	2.37 ± 1.07 ^a	Ö.D.	5.62 ± 2.12 ^{ab}	3.28 ± 1.19 ^a	Ö.D.	8.51 ± 0.42 ^a	3.14 ± 1.91	**	Ö.D.	Ö.D.
			60	1.45 ± 0.42 ^b	1.32 ± 0.37 ^{ab}	Ö.D.	7.86 ± 1.26 ^a	1.71 ± 1.16 ^{ab}	***	3.85 ± 0.85 ^c	2.62 ± 0.40	*	***	Ö.D.
			90	-	-	-	3.94 ± 1.00 ^{bx}	1.46 ± 0.26 ^{by}	**	3.12 ± 1.74 ^{cy}	2.23 ± 0.61 ^x	Ö.D.	**	***
			p1	***	*	*	Ö.D.	***	Ö.D.					
2-Pentanon	1062	8.55	2	-	-	-	3.55 ± 2.85 ^{ax}	*	-	0.93 ± 0.21 ^{cx}	***	Ö.D.	*	
			30	1.92 ± 0.82 ^{by}	1.29 ± 0.39 ^a	Ö.D.	3.22 ± 0.77 ^{ax}	1.86 ± 0.47 ^{ab}	*	3.51 ± 0.61 ^{abx}	1.66 ± 0.14 ^b	***	*	Ö.D.
			60	3.07 ± 0.48 ^a	0.83 ± 0.45 ^a	***	3.41 ± 1.16 ^a	0.96 ± 0.56 ^b	**	2.56 ± 0.75 ^b	1.36 ± 0.26 ^b	*	Ö.D.	Ö.D.
			90	3.28 ± 0.81 ^a	0.99 ± 0.77 ^{ay}	**	3.84 ± 0.57 ^a	-	***	3.70 ± 0.83 ^a	2.07 ± 0.40 ^{ax}	*	Ö.D.	***
			p1	***	*	***	*	***						
Diasetil	1064	8.58	2	4.16 ± 2.67 ^a	4.71 ± 2.94	Ö.D.	3.24 ± 1.63 ^a	3.10 ± 1.94	Ö.D.	3.22 ± 1.88	3.89 ± 2.64	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	0.72 ± 0.19 ^{bx}	-	***	-	-	-	-	-	-	***	-
			60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			p1	**	-	-	-	-						

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

Çizelge 4.19. (Devam) Peynirlerde olgunlaşma süresince ketonlar (% toplam uçucu bileşen)

Ketonlar	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
2-Heptanon	1303	14.65	2	0.40 ± 0.17 ^b	0.41 ± 0.08 ^b	Ö.D.	0.51 ± 0.16 ^b	0.36 ± 0.15 ^c	Ö.D.	0.44 ± 0.09	0.47 ± 0.12 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	4.50 ± 3.18 ^b	2.09 ± 1.65 ^b	Ö.D.	2.63 ± 1.18 ^b	2.23 ± 0.77 ^{ab}	Ö.D.	4.43 ± 4.12	2.06 ± 1.53 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	4.23 ± 3.87 ^b	2.60 ± 1.19 ^b	Ö.D.	3.45 ± 0.56 ^b	1.19 ± 0.59 ^{bc}	**	3.57 ± 3.43	2.22 ± 1.91 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	11.64 ± 3.00 ^a	6.51 ± 0.95 ^{aX}	*	7.32 ± 1.85 ^a	2.93 ± 0.64 ^{aZ}	**	5.92 ± 3.86	4.77 ± 0.33 ^{aY}	Ö.D.	Ö.D.	***
			p1	**	***		**	*		Ö.D.	**			
Asetoin	1515	18.49	2	6.35 ± 1.69 ^a	7.51 ± 1.63 ^a	Ö.D.	6.21 ± 3.68	5.56 ± 2.45	Ö.D.	5.54 ± 2.72	6.38 ± 3.55 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	2.57 ± 0.93 ^{bc}	3.02 ± 1.48 ^b	Ö.D.	4.40 ± 1.94	4.03 ± 1.40	Ö.D.	4.15 ± 1.85	3.56 ± 1.28 ^{ab}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	2.70 ± 0.10 ^{bc}	3.26 ± 1.39 ^b	Ö.D.	3.28 ± 0.76	3.09 ± 1.07	Ö.D.	2.92 ± 0.90	2.70 ± 0.54 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	0.63 ± 0.78 ^{cy}	2.17 ± 0.26 ^b	**	2.87 ± 0.57 ^x	2.45 ± 0.42	Ö.D.	2.25 ± 1.01 ^x	2.18 ± 0.37 ^b	Ö.D.	**	Ö.D.
			p1	*	*		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	*			
2-Nonanon	1855	22.78	2	0.63 ± 0.22 ^b	0.80 ± 0.24 ^b	Ö.D.	0.31 ± 0.13 ^c	0.24 ± 0.07 ^c	Ö.D.	0.50 ± 0.14 ^b	0.49 ± 0.45 ^c	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	2.41 ± 1.73 ^b	1.10 ± 0.32 ^b	Ö.D.	1.37 ± 0.45 ^b	1.42 ± 0.44 ^{ab}	Ö.D.	1.91 ± 0.70 ^b	0.95 ± 0.27 ^{bc}	*	Ö.D.	Ö.D.
			60	2.46 ± 1.62 ^b	1.67 ± 0.01 ^b	Ö.D.	1.63 ± 0.57 ^b	0.97 ± 0.18 ^b	Ö.D.	1.68 ± 1.26 ^b	1.34 ± 0.56 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	8.92 ± 3.64 ^{ax}	4.98 ± 0.71 ^{aX}	Ö.D.	3.52 ± 1.03 ^{ay}	1.65 ± 0.44 ^{aZ}	*	3.91 ± 1.26 ^{ay}	2.73 ± 0.36 ^{aY}	Ö.D.	*	***
			p1	***	***		***	***		**	***			
2-Andekanon	>2100	30.19	2	-	-	-	-	-	-	-	0.21 ± 0.05 ^{bcX}	***	-	***
			30	-	-	-	-	-	-	0.30 ± 0.12 ^{bx}	-	**	***	-
			60	0.89 ± 0.28 ^b	0.72 ± 0.26	Ö.D.	0.43 ± 0.20 ^b	0.66 ± 0.51	Ö.D.	0.86 ± 0.26 ^a	0.95 ± 0.46 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	6.92 ± 2.22 ^{ax}	-	***	0.99 ± 0.25 ^{ay}	-	***	0.65 ± 0.17 ^{ay}	0.53 ± 0.18 ^{bx}	Ö.D.	***	***
			p1	***	-		***	-		***	***			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozin peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

Çalışmamızda ortamda serbest Phe amino asitini yüksek oranda bulunduran peynirlerde, benzen etanol de yüksek oranda tespit edilmiştir. Araştırmacılar (Molimmard ve Spinnler, 1996), benzen etanol'ün Camembert gibi peynirlerde hoş bir aromaya neden olduğu ifade etmişlerdir.

Peynirlerde 3. en fazla oranda bulunan alkol ise 2-pentanol olup oranı; bazı peynirlerde olgunlaşmanın sonuna doğru artarken; bazılarında ise olgunlaşma sırasında artma-azalma gibi düzensiz bir eğilim göstermiştir. Bu durum söz konusu alkolün öncül bileşeni olan 2-pentanon metil ketonunda da gözlemlenmiştir.

3-Metilbütanol (izoamil alkol) oranı, çoğu peynirde olgunlaşmanın sonunda önemli düzeyde artma göstermiş olup; salamura tuz konsantrasyonundan etkilenmemiştir. Lösin amino asitinden oluşan bu alkol, olgunlaşmanın sonunda 10M peynirinde tespit edilememiştir. Peynirlerde, düşük algılanma eşik değeri nedeniyle hem 2-pentanol hem de 3-metilbütanol (meyvemsi ve alkol aroması) önemli rol oynayabilmektedir.

4.4.4. Aldehitler

Aldehitler, stabil olmayan geçiş bileşenleri olup; çoğu fermente süt ürünüde eş karbonlu alkollerine indirgendikleri gibi okside olarak da asitleri oluşturabilirler. Bu nedenle olgunlaşma sırasında peynirlerde artış göstermeyebilirler. Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi pentanal yalnızca sütte ve M jelinde düşük oranlarda; diğer aldehitler süt, jel, teleme ve peynirlerde belirlenmiştir.

Aldehit grubunun başlıca uçucu bileşeni asetaldehit olup; fermentasyon sırasında pirüvattan oluşabileceği gibi Strecker degradasyonu yoluyla alaninden ya da treonin aldolaz enzimi vasıtasıyla Tre amino asitlerinden de oluşabilmektedir (Patrick ve ark., 2017). Ortalama olarak en düşük asetaldehit oranı gösteren C2 peynirinde diğer peynirlere kıyasla Tre amino asiti önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Bu nedenle laktoz fermentasyonunu yanı sıra peynirlerde Tre üzerinden asetaldehitin oluşumu da önemli bir biyokimyasal yol olarak gözükmektedir. Olgunlaşmanın sonunda tüm peynirlerde (12C1 peyniri hariç) asetaldehit oranı istatistiksel olarak önemli düzeyde bir azalma göstermiştir. Asetaldehit oranındaki azalma, alkol dehidrogenaz vasıtasıyla etanole indirgenmesinden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.20. Peynirlerde olgunlaşma süresince alkoller (% toplam uçucu bileşen)

Alkoller	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
2-Pentanol	783	4.53	2	1.44 ± 0.30 ^b	4.87 ± 1.26 ^{aX} **	2.70 ± 0.58	2.45 ± 0.52 ^{bXY}	Ö.D.	4.06 ± 3.10	0.61 ± 0.44 ^{bY} *	Ö.D.	*		
			30	1.16 ± 1.27 ^{by}	4.47 ± 1.30 ^{aX} *	5.81 ± 1.60 ^x	2.26 ± 0.30 ^{bY} *	0.92 ± 0.25 ^y	0.51 ± 0.16 ^{bZ} *	***	**			
			60	1.20 ± 0.75 ^{by}	1.50 ± 1.48 ^{bY} Ö.D.	6.69 ± 2.34 ^x	5.78 ± 1.64 ^{aX} Ö.D.	2.11 ± 1.56 ^y	1.91 ± 0.79 ^{bY} Ö.D.	**	*			
			90	3.21 ± 0.85 ^a	2.11 ± 0.47 ^{bY} Ö.D.	2.41 ± 0.60	2.48 ± 0.63 ^{bY} Ö.D.	1.24 ± 0.94	6.11 ± 0.65 ^{aX} ***	Ö.D.	***			
			p1	*	**	Ö.D.	*	Ö.D.	***					
Etanol	1008	7.5	2	7.83 ± 2.48 ^a	7.80 ± 2.31 ^a	Ö.D.	8.83 ± 2.26	6.83 ± 1.88	Ö.D.	8.18 ± 2.75	7.33 ± 2.58 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	4.80 ± 1.83 ^{ab}	4.01 ± 1.88 ^b	Ö.D.	6.44 ± 1.47	5.33 ± 1.94	Ö.D.	7.72 ± 3.19	5.11 ± 1.19 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	4.41 ± 2.07 ^b	3.88 ± 1.98 ^b	Ö.D.	8.04 ± 2.05	5.62 ± 2.82	Ö.D.	5.10 ± 1.37	6.11 ± 2.65 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	3.50 ± 1.32 ^b	0.37 ± 0.08 ^{cz} **	4.34 ± 2.24	3.47 ± 0.57 ^X	Ö.D.	4.39 ± 2.08	2.00 ± 0.83 ^{bY} *	Ö.D.	***		
			p1	*	**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	*					
Izoamil alkol	1337	15.33	2	1.82 ± 0.21 ^a	2.05 ± 0.38 ^{bX} Ö.D.	1.54 ± 0.05	0.94 ± 0.28 ^{bY} **	1.61 ± 0.12 ^b	1.10 ± 0.24 ^{bY} **	Ö.D.	***			
			30	1.43 ± 0.35 ^a	2.10 ± 0.43 ^{bX} Ö.D.	1.27 ± 0.21	1.01 ± 0.29 ^{bY} Ö.D.	1.31 ± 0.33 ^b	0.99 ± 0.30 ^{bY} Ö.D.	Ö.D.	**			
			60	1.38 ± 1.25 ^a	2.11 ± 0.66 ^b Ö.D.	1.11 ± 0.96	1.28 ± 0.35 ^b Ö.D.	1.05 ± 0.46 ^b	1.21 ± 0.88 ^b Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.			
			90	-	3.27 ± 0.51 ^a ***	2.61 ± 0.86 ^x	3.73 ± 0.81 ^a Ö.D.	3.31 ± 0.61 ^{ax}	3.24 ± 1.79 ^a Ö.D.	***	Ö.D.			
			p1	**	*	Ö.D.	**	***	*					
Benzen etanol	>2100	38.43	2	1.86 ± 0.63 ^b	2.43 ± 1.41 ^b	Ö.D.	1.59 ± 0.68	1.43 ± 0.27 ^b	Ö.D.	1.74 ± 0.82	1.80 ± 0.64	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	3.50 ± 1.85 ^b	2.94 ± 1.31 ^b	Ö.D.	2.93 ± 1.86	2.74 ± 1.19 ^b	Ö.D.	2.95 ± 1.61	1.86 ± 0.71	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	4.06 ± 1.44 ^b	4.19 ± 3.01 ^b	Ö.D.	2.61 ± 1.06	3.31 ± 1.41 ^b	Ö.D.	3.19 ± 1.78	2.34 ± 1.15	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	9.64 ± 4.18 ^a	9.79 ± 6.12 ^a	Ö.D.	8.74 ± 4.43	13.19 ± 1.95 ^a	Ö.D.	8.13 ± 5.78	9.11 ± 6.91	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	*	*	Ö.D.	***	Ö.D.	Ö.D.					

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

Ancak çalışmamızda asetaldehit oranının azalmasıyla birlikte olgunlaşmanın sonunda etanol oranlarının da azaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu eğilim etil esterlerin oluşumuyla ya da etanol sentezinin azalmasıyla ilgili olabilmektedir. Süner (2018)'in yaptığı çalışmada belirlediği eğilim bizim sonuçlarımızla uyum içerisinde olup; benzer şekilde asetaldehit oranları olgunlaşmanın sonunda 2. güne kıyasla azalmıştır. Soltani ve ark. (2016a)'nın yapmış oldukları çalışmada ise, bizim çalışmamızın aksine, olgunlaşmanın sonunda Beyaz peynirlerde asetaldehit oranının arttığı bildirilmiştir. Bu durum, yani asetaldehitin olgunlaşma sırasındaki değişimi, peynir ortamındaki mikrobiyal popülasyonla, peynirin pH değeriyle, laktoz içeriğiyle ve bazı amino asitlerin varlığıyla ilgili olabilmektedir. Çalışmamızda peynirler peyniraltı suyundan oluşan salamurada bekletildiğinden, olgunlaşmanın ilerlemesiyle peynir kitlesinde laktozun arttığı gözlemlenmiştir. Laktozun bu şekilde artması ise laktik asit bakterileri üzerine bir inhibitör etki yaratarak başlıca laktoz kaynaklı bileşenlerin (laktik asit, asetik asit, asetaldehit, etanol gibi) azalmasında etkili olabilir. Peynirlerde olgunlaşmanın 2. gününde en fazla oranda belirlenen asetaldehit, her bir peynirde salamura tuz konsantrasyonu farklılığından etkilenmemiştir. Ancak düşük tuz konsantrasyonlu salamurada olgunlaştırılan peynirler arasında asetaldehit oranında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın sonunda ise % 10 ve % 12 tuz içeren salamuralı peynirlerde asetaldehit oranları önemli düzeyde ($p<0.001$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.21).

Peynirlerde 2. olarak en fazla bulunan aldehit 3-metilbütanal olup; tüm peynirlerde (10C1 ve 10C2 hariç) oranı olgunlaşma süresinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Bazı peynirlerde depolama süresince anılan aldehit oranında azalma gözlemlenirken; bazılarında ise artma tespit edilmiştir. Bu durumun, 3-metilbütanalın 3-metilbütanole indirgenmesiyle ya da lösin amino asitinin degradasyonu ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Süt, jel, teleme ve peynirlerde tespit edilen bir diğer aldehit ise heksanal olup; doymamış yağ asitlerinden linoleik asitin β -oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Çalışmamızda, telemeler arasında heksanal oranları açısından önemli ($p<0.001$) bir farklılık gözlemlenmiştir (Çizelge 4.12). En yüksek heksanal oranı M telemesinde tespit edilmiştir. Çizelge 4.21'de görüldüğü gibi tüm peynirlerde olgunlaşmanın 2. gününde heksanal çok az oranda tespit edilmiş; 12M ve 12C2 hariç diğer peynirlerde

olgunlaşmanın 30. gününde tespit edilmemiş geri kalan olgunlaşma günlerinde ise hiçbir peynirde heksanal gözlemlenmemiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi linoleik asitin oksidasyonunun bir göstergesi olan heksanal oranı, uzun fermentasyon süresi nedeniyle telemelerde daha fazla iken; salamuralama işlemi ile birlikte peynirlerde azalması ya da tespit edilememesi, salamura sitrik asit içeriğinin oksidasyonu önleyici yöndeki etkisiyle ilgili olabilir.

4.4.5. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar yağ asitlerinin oksidasyonu, klorofilin parçalanması ya da hayvanın beslenmesiyle ilişkili olarak süttten peynire geçebilen bileşenlerdir. Ancak hidrokarbonlar, yüksek algılanma eşik değerleri nedeniyle aromaya katkı sağlamazlar (Delgado ve ark., 2010). Çalışmamızda süt, jel ve telemelerde toplamda 6 hidrokarbon belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Süte kıyasla, teleme ve jelde hidrokarbon oranları azalmıştır. Bu durum peynir üretimi sırasında diğer uçucu bileşenlerin oluşmasıyla birlikte hidrokarbonların oransal olarak azalmasıyla ilgili olabilir. Ancak sütte yüksek hidrokarbon oranı, süütün yüksek oranda yağ içeriğiyle ve hayvanın beslenmesiyle ilişkili olabilir. Çünkü hidrokarbonlar yağda çözünen bileşenlerdir. Peynirlerde ise olgunlaşma sırasında heksan ve 1-heksen tespit edilirken; 1-hepten bazı peynirlerde yalnızca olgunlaşmanın 30. gününe kadar bazılarında 2. günde belirlenmiş olup; stiren ise sadece olgunlaşmanın 90. gününde görülmüştür (Çizelge 4.22). Olgunlaşmanın 2. gününe kıyasla olgunlaşmanın sonunda heksan oranının artması ve stirenin yalnızca olgunlaşmanın sonunda ortaya çıkması, peynir ortamındaki bakteriyel popülasyon ya da suşlarına bağlı olarak yağ asitlerinin oksidatif dekarboksilasyonu ile ilişkili olabilir. Hem salamura tuz konsantrasyonu hem de peynir mayası çeşidi heksan üzerine önemli bir etki yaratmamıştır.

1-Heksen ve 1- hepten çalışmamızda tespit edilen diğer hidrokarbonlar olup; 1-heksen 10M hariç tüm peynirlerde olgunlaşmanın her aşamasında gözlemlenmiştir. 1-Hepten ise bazı peynirlerde olgunlaşmanın 30., bazı peynirlerde ise 60. gününden itibaren tespit edilememiştir.

Çizelge 4.21. Peynirlerde olgunlaşma süresince aldehitler (% toplam uçucu bileşen)

Aldehitler	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Asetaldehit 664	4.1-4.2	2	11.77 ± 2.44 ^{ax}	8.79 ± 0.45 ^a	Ö.D.	8.21 ± 3.21 ^{axy}	8.28 ± 3.07 ^a	Ö.D.	5.57 ± 1.73 ^{ay}	8.42 ± 2.20	Ö.D.	*	Ö.D.	
		30	9.86 ± 2.10 ^{abx}	6.05 ± 0.51 ^b	Ö.D.	2.68 ± 0.21 ^{by}	6.88 ± 0.86 ^{ab}	***	6.86 ± 1.76 ^{axy}	7.14 ± 1.60	Ö.D.	**	Ö.D.	
		60	5.28 ± 1.91 ^{bcy}	4.24 ± 1.19 ^c	Ö.D.	8.57 ± 2.28 ^{ax}	4.17 ± 0.72 ^a	**	2.89 ± 0.70 ^{by}	5.12 ± 0.27	***	**	Ö.D.	
		90	1.98 ± 0.63 ^{cy}	5.14 ± 0.89 ^{bcy}	***	3.41 ± 0.42 ^{bx}	8.86 ± 0.35 ^{bx}	***	2.40 ± 0.21 ^{by}	3.25 ± 1.45 ^y	Ö.D.	**	***	
		p1	**	***		***	*		***	Ö.D.				
3-Metil bütanal	990	7.18	2	0.80 ± 0.16 ^{ax}	0.49 ± 0.16 ^{xy}	*	0.31 ± 0.34 ^{aby}	0.71 ± 0.21 ^{ax}	Ö.D.	0.62 ± 0.11 ^{xy}	0.36 ± 0.12 ^{by}	*	*	*
		30	0.45 ± 0.12 ^{by}	-	***	0.35 ± 0.08 ^{aby}	-	***	0.86 ± 0.23 ^x	0.93 ± 0.36 ^{ax}	Ö.D.	**	***	
		60	0.38 ± 0.12 ^b	-	***	0.47 ± 0.02 ^a	-	**	0.67 ± 0.09	0.21 ± 0.05 ^{bx}	***	Ö.D.	***	
		90	-	-	-	-	-	-	0.84 ± 0.23 ^x	1.00 ± 0.25 ^{ax}	Ö.D.	***	***	
		p1	***			Ö.D.	***		Ö.D.	***				
Heksanal	1175	11.53	2	0.41 ± 0.12	0.65 ± 0.22 ^a	Ö.D.	0.44 ± 0.20	0.40 ± 0.16	Ö.D.	0.51 ± 0.19	0.42 ± 0.11 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
		30	.	0.33 ± 0.17 ^b	**	-	-	-	0.44 ± 0.20 ^{ax}	**	-	**		
		60	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		90	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		p1	-	***		-		-	***					

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

Aromatik hidrokarbon olan stiren ise süt, jel ve telemede tespit edilemezken; dikkat çekici bir biçimde tüm peynirlerde sadece olgunlaşmanın 90. gününde belirlenmiştir. Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde pıhtılaştırıcı enzimin stiren oranı üzerine bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) tespit edilirken; salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde, enzim çeşidi stiren oranını önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilemiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada (Süner, 2018) stiren süt, peynir jeli ve telemede tespit edilmiş; ancak peynirlerde tespit edilememiştir. Bintsis ve Robinson (2004), % 6 tuz içeren salamurada 60 gün olgunlaştırdıkları peynirde stiren, oktan, nonan, dekan ve dodekan gibi hidrokarbonları tespit etmişlerdir.

4.4.6. Esterler

Peynirlerde meyvemsi ve bazen de çiçeğimsi lezzete neden olan esterler; çoğunlukla bazı yağ asitlerinden kaynaklanan keskin tadı yumuşatabilme özelliğine sahiptirler (Gallois ve Langlois, 1990). Esterler ya kısa ve orta zincirli yağ asitleri ve alkoller arasındaki esterifikasyon reaksiyonu sonucu ya da alkol oluşumu sırasında alkolozis üzerinden sentezlenmektedirler. Esterifikasyon reaksiyonlarında çoğunlukla mayalar, rol oynamakla birlikte; alkolozis üzerinden ester sentezinde laktik asit bakterileri ve mikrokoklar etkili olabilmektedir (Holland ve ark., 2005).

Sütte tespit edilen 2-propenil bütanoat ve etil heksanoat esterleri, meme bezindeki esteraz aktivitesi sonucu olarak oluşabilir (Moio ve ark., 1993). Sütün pıhtılaşması esnasında ise; söz konusu iki ester M ve C1 jellerinde tespit edilmiş olup; C2 jelinde bulunamamıştır. Muhtemelen serum kısmına geçmiş olabilir. Bu esterlerden yalnızca etil heksanoat süte kıyasla çok az oranda M telemede tespit edilmiş olup; diğer ester telemelerde gözlemlenmemiştir. Bunun yanı sıra, Çizelge 4.14'te görüldüğü üzere her 3 telemede de 3 ester ortaya çıkmıştır. Etil oktanoat ve metil 2-hidroksi-4-metilpentanoat esteri M telemesinde en fazla oranda tespit edilirken; etil dekanat C2 telemesinde en fazla oranda belirlenen ester olmuştur.

Çizelge 4.22. Peynirlerde olgunlaşma süresince hidrokarbonlar (% toplam uçucu bileşen)

Hidrokarbonlar	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Heksan	756	4.43	2	1.75 ± 0.89	2.04 ± 0.40	Ö.D.	2.35 ± 0.87	2.84 ± 1.25 ^b	Ö.D.	2.83 ± 0.79	2.77 ± 1.08	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	2.99 ± 1.89	4.38 ± 2.81	Ö.D.	0.97 ± 0.76	1.31 ± 0.30 ^b	Ö.D.	2.26 ± 1.36	4.59 ± 3.04	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	2.20 ± 2.19	2.01 ± 0.85	Ö.D.	3.14 ± 2.76	3.31 ± 1.78 ^b	Ö.D.	0.37 ± 0.08	6.36 ± 4.82	*	Ö.D.	Ö.D.
			90	5.31 ± 1.71	4.20 ± 2.23	Ö.D.	2.96 ± 0.91	9.15 ± 1.43 ^a	***	3.53 ± 1.40	5.59 ± 3.83	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	***	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
1-Heksen	767	4.47	2	2.86 ± 1.15	1.65 ± 0.98 ^b	Ö.D.	0.97 ± 0.52 ^b	1.53 ± 0.33 ^b	Ö.D.	3.50 ± 2.71	1.91 ± 1.20	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	2.01 ± 1.87	0.44 ± 0.18 ^{cY}	Ö.D.	4.31 ± 2.47 ^a	1.43 ± 0.41 ^{bX}	Ö.D.	1.26 ± 0.63	2.16 ± 0.98 ^X	Ö.D.	Ö.D.	*
			60	2.60 ± 1.26 ^x	0.90 ± 0.64 ^{bcY}	Ö.D.	3.87 ± 0.22 ^{ax}	4.89 ± 1.34 ^{ax}	Ö.D.	1.02 ± 0.80 ^y	3.06 ± 2.71 ^{XY}	Ö.D.	**	*
			90	-	2.83 ± 0.88 ^a	***	1.64 ± 0.86 ^{bx}	3.83 ± 1.27 ^a	*	1.36 ± 0.88 ^x	2.98 ± 1.03	Ö.D.	*	Ö.D.
			p1	Ö.D.	**	*	**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
1-Hepten	861	4.81	2	0.30 ± 0.09	-	***	2.96 ± 1.37 ^a	2.46 ± 1.41 ^a	Ö.D.	1.74 ± 0.13 ^a	1.29 ± 0.29 ^a	*	Ö.D.	Ö.D.
			30	-	1.30 ± 0.32 ^X	***	1.70 ± 0.97 ^{abx}	-	*	1.09 ± 0.55 ^{bx}	-	**	*	***
			60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	-	-	-	-	-	-	-	0.13 ± 0.27 ^b	Ö.D.	-	Ö.D.
			p1	-	-	*	*	***	***	***	***	***	***	***
Stiren	1438	17.23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	1.82 ± 0.25	3.48 ± 1.74 ^X	Ö.D.	2.22 ± 0.46	1.44 ± 0.45 ^Y	Ö.D.	1.67 ± 0.53	1.16 ± 0.16 ^Y	Ö.D.	Ö.D.	*
			p1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

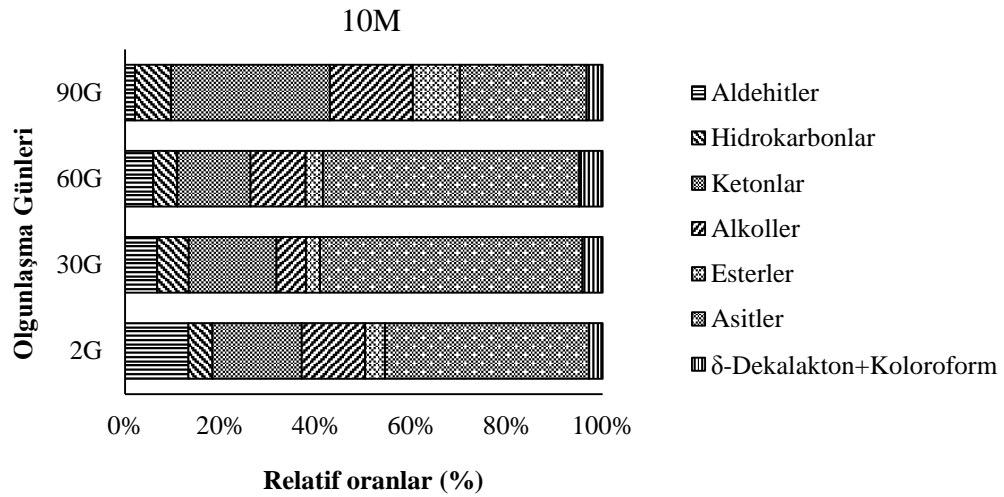
Telemelerde görülen esterlerden yalnızca etil dekanat olgunlaşma sırasında tüm peynirlerde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresi ise tüm peynirlerde (12C2 hariç) anılan ester üzerine önemli bir etki yaratmıştır. Olgunlaşma sonunda esterler arasında oransal olarak en fazla tespit edilen ester, 10M peynirinde etil oktanoat olmuştur. Olgunlaşma periyodunda olduğu gibi salamura tuz konsantrasyonu da esterler üzerine belirgin bir etki yaratmamıştır. Peynir üretiminde kullanılan enzim çeşidinin ise; yalnızca etil dekanat üzerine, salamurada % 10 ve % 12 tuz içeren peynirlerde 90. günde önemli düzeyde bir farklılık yarattığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.23). Etil oktanoat ve etil dekanat gibi esterlerin M peynirinde daha fazla oranda tespiti, pıhtılaştırıcı enzim kaynaklı olabilir. Çünkü söz konusu peynirde kullanılan rennet enzimi, *Rhizomucor miehei* üzerine aktarılarak elde edilmiştir. Bilindiği üzere küf kaynaklı esteraz enzimleri ester oluşumunda rol oynayabilirler.

Çalışmamızda süt, jel, teleme ve peynirlerde belirlenen diğer bir bileşen ise lakton grubunda olan δ -dekalaktondur. Daha önce benzer bir çalışmada da hem δ -dekalakton hem de γ -dekalakton tespit edilmiştir (Süner, 2018). İntermoleküler esterler olarak da adlandırılan laktonların öncül maddeleri hidroksi yağ asitleri olabilmektedir. Peynirin mikroorganizma içeriği ve çeşidi ve pH değerine bağlı olarak laktonlar oluşmakta; peynirde çeşidine göre farklı aromaya neden olabilmektedirler. Çalışmamızda tespit edilen lakton şeftali, Hindistan cevizi ve süt lezzetinden sorumlu olup; laktonlar arasında orta düzeyde algılanma eşik değeri göstermektedir (Molimmard ve Spinnler, 1996). δ -Dekalakton oranı kullanılan enzim çeşidine ve salamura tuz konsantrasyonuna bağlı olmaksızın tüm peynirlerde olgunlaşmanın 30. gününde olgunlaşmanın başlangıcına kıyasla önemli düzeyde artmış, 60. günde değişmemiş ve olgunlaşmanın sonunda ise azalma eğilimi göstermiştir.

Bir diğer bileşen olan kloroform ise, süt dışında hem jel hem teleme hem de peynirlerde tespit edilmiştir. Uçucu bileşen analizinde hariçten bir kimyasal kullanmadığımız için söz konusu bileşenin oluşumu jel, teleme ya da peynir ortamı kaynaklı olabilir. Kloroform; kalsiyum, NaCl ve etanolün bulunduğu ortamlarda oluşabilen bir bileşen olduğu için peynirlerde gözlemlenmesi peynirin tuz içeriği, çözünür kalsiyum varlığı ve etanol konsantrasyonu ile ilişkili olabilir. Jel ve telemelerde tespiti ise üretimde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimin yüksek tuz konsantrasyonlu, sodyum benzoatlı çözelti içerisinde muhafaza edilmesinden kaynaklanabilir. Sonuçta ortamda NaCl ve

etanol varlığı süt ürünlerinde kloroform oluşmasında en önemli etmenler olarak değerlendirilebilir. Bintsis ve Robinson (2004), *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* ve *Yarrowia lipolytica* (maya)'nın inoküle edildiği % 6 tuz içeren salamurada 60 gün olgunlaştırdıkları ve piyasadan temin ettikleri Feta peynirlerinde yüksek oranda kloroform tespit etmişlerdir.

Genel olarak tüm peynirlerde en fazla oranda belirlenen uçucu grubu olan asitler oransal olarak, olgunlaşmanın 60. gününe kadar bir artma eğilimi göstermiş; olgunlaşma sonunda ise azalmıştır (Şekil 3.40-45). Alkol ve keton uçucu grubunda ise olgunlaşmanın sonunda diğer olgunlaşma günlerine kıyasla bir artma gözlemlenmiştir. En yüksek keton oranı (% 32) 10M peynirinde tespit edilmiştir. Salamura tuz konsantrasyonu, pıhtılaştırıcı enzim çeşidi ve olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde; üretilen Beyaz peynirlerde baskın uçucu bileşen gruplarını asitler, ketonlar ve alkollerin oluşturduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.40. Olgunlaşma süresince 10M peynirinde uçucu grupları

Çizelge 4.23. Peynirlerde olgunlaşma süresince esterler (% toplam uçucu bileşen)

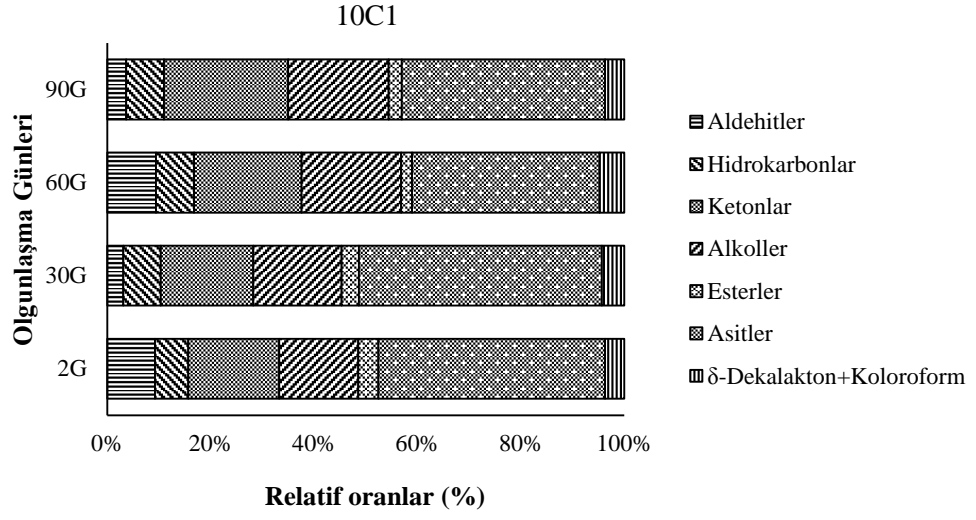
Esterler	RI	RT	G ¹	M			C1			C2					
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4	
Etil heksanoat	1383	16.25	2	0.34 ± 0.07 ^a	0.46 ± 0.10 ^{aX}	Ö.D.	0.41 ± 0.15 ^a	0.11 ± 0.04 ^{bY}	**	0.33 ± 0.08 ^b	-	***	Ö.D.	***	
			30	-	0.26 ± 0.13 ^{bY}	**	0.39 ± 0.11 ^{ax}	0.58 ± 0.19 ^{ax}	Ö.D.	0.52 ± 0.20 ^{ax}	0.40 ± 0.12 ^{aXY}	Ö.D.	***	*	
			60	0.40 ± 0.25 ^{ax}	-	*	-	-	-	-	-	0.54 ± 0.14 ^{ax}	***	**	***
			90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Etil oktanoat	2017	24.51	2	0.81 ± 0.17 ^b	1.25 ± 0.68 ^a	Ö.D.	0.90 ± 0.37	0.67 ± 0.32 ^a	Ö.D.	0.88 ± 0.23 ^a	0.73 ± 0.20 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
			30	0.71 ± 0.11 ^b	0.74 ± 0.05 ^a	Ö.D.	1.09 ± 0.43	1.10 ± 0.63 ^a	Ö.D.	1.02 ± 0.31 ^a	1.05 ± 0.33 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
			60	1.06 ± 0.49 ^b	0.86 ± 0.25 ^a	Ö.D.	0.77 ± 0.18	0.98 ± 0.19 ^a	Ö.D.	0.53 ± 0.10 ^b	0.95 ± 0.26 ^a	*	Ö.D.	Ö.D.	
			90	6.56 ± 2.04 ^{ax}	-	***	0.82 ± 0.07 ^y	-	***	-	-	-	-	***	-
			p1	***	**	Ö.D.	**	***	***	***	***	***	***	***	***
Metil 2-hidroksi-4-metil pentanoat	>2100	26.22	2	1.66 ± 0.28 ^{ax}	2.31 ± 0.78 ^{ax}	Ö.D.	0.90 ± 0.10	0.68 ± 0.25 ^{aY}	Ö.D.	1.12 ± 0.22	0.58 ± 0.17	**	**	***	
			30	0.82 ± 0.13 ^{bx}	1.10 ± 0.23 ^{bx}	Ö.D.	-	0.72 ± 0.23 ^{aY}	***	-	-	-	***	***	
			60	0.43 ± 0.15 ^{cx}	-	***	-	-	-	-	-	-	-	***	-
			90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			p1	***	***	-	***	-	***	-	-	-	-	-	-
Etil dekanat	>2100	31.27	2	1.28 ± 0.25	1.45 ± 0.33	Ö.D.	1.58 ± 0.42	1.61 ± 0.10	Ö.D.	1.30 ± 0.15	1.72 ± 0.33 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
			30	3.76 ± 2.78	1.82 ± 0.41	Ö.D.	1.78 ± 0.88	2.04 ± 0.19	Ö.D.	1.58 ± 0.40	1.95 ± 0.33 ^a	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
			60	1.61 ± 0.22 ^x	1.52 ± 0.36	Ö.D.	1.27 ± 0.15 ^y	1.77 ± 0.28	*	1.05 ± 0.17 ^y	1.58 ± 0.23 ^a	*	**	Ö.D.	
			90	2.76 ± 0.82 ^x	1.46 ± 0.48 ^{XY}	*	1.51 ± 0.43 ^y	1.82 ± 0.42	Ö.D.	1.60 ± 0.53 ^y	0.97 ± 0.12 ^{bY}	Ö.D.	*	*	
			p1	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.

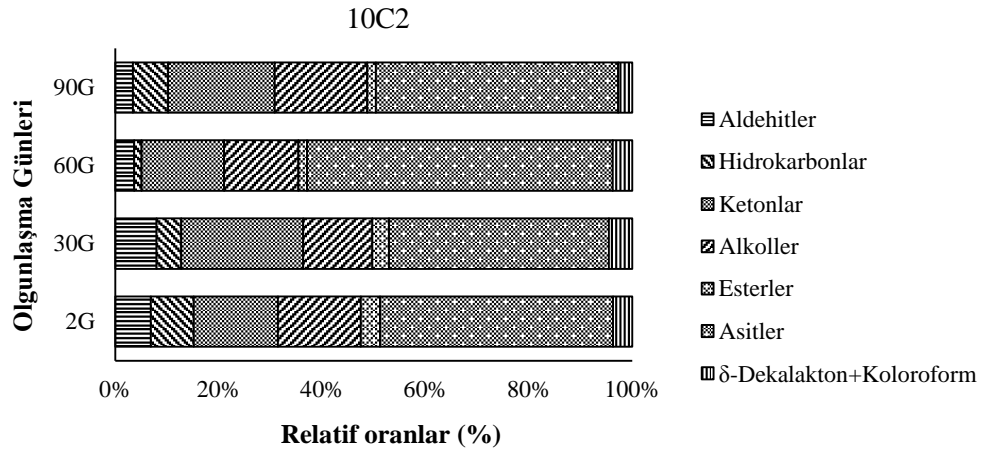
Çizelge 4.24. Peynirlerde olgunlaşma süresince diğer bileşenler (% toplam uçucu bileşen)

Diğer	RI	RT	G ¹	M			C1			C2				
				% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Lakton														
γ- Dekalakton	>2100	45.46	2	2.26 ± 0.28	2.17 ± 0.59 ^c	Ö.D.	2.97 ± 0.39	2.84 ± 0.61 ^c	Ö.D.	2.76 ± 0.74	3.20 ± 0.80	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			30	3.96 ± 1.36	4.01 ± 0.57 ^{ab}	Ö.D.	3.55 ± 0.28	5.02 ± 0.92 ^a	Ö.D.	3.31 ± 0.68	5.13 ± 1.60	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			60	3.89 ± 0.66	4.76 ± 1.58 ^a	Ö.D.	3.79 ± 0.48	4.30 ± 1.02 ^{ab}	Ö.D.	3.27 ± 0.36	5.04 ± 1.35	*	Ö.D.	Ö.D.
			90	3.19 ± 1.45	2.89 ± 0.46 ^{bc}	Ö.D.	3.45 ± 0.99	3.67 ± 0.42 ^{bc}	Ö.D.	2.59 ± 1.03	3.41 ± 0.90	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			p1	Ö.D.	**	Ö.D.	*	Ö.D.	Ö.D.					
Kloroform	1111	9.62	2	0.53 ± 0.20 ^a	0.75 ± 0.14 ^{bX}	Ö.D.	0.67 ± 0.34	0.41 ± 0.12 ^Y	Ö.D.	0.84 ± 0.26 ^b	0.61 ± 0.19 ^{bXY}	Ö.D.	Ö.D.	*
			30	0.74 ± 0.20 ^{ay}	0.95 ± 0.13 ^a	Ö.D.	0.64 ± 0.09 ^y	0.90 ± 0.85	Ö.D.	1.06 ± 0.06 ^{ax}	1.01 ± 0.34 ^b	Ö.D.	**	Ö.D.
			60	0.86 ± 0.49 ^a	0.46 ± 0.11 ^c	Ö.D.	0.76 ± 0.20	0.62 ± 0.21	Ö.D.	0.39 ± 0.08 ^c	0.47 ± 0.17 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
			90	-	-	-	-	-	-	-	5.35 ± 1.13 ^{aX}	***	-	***
			p1	**	***	***	Ö.D.	***	***	***				

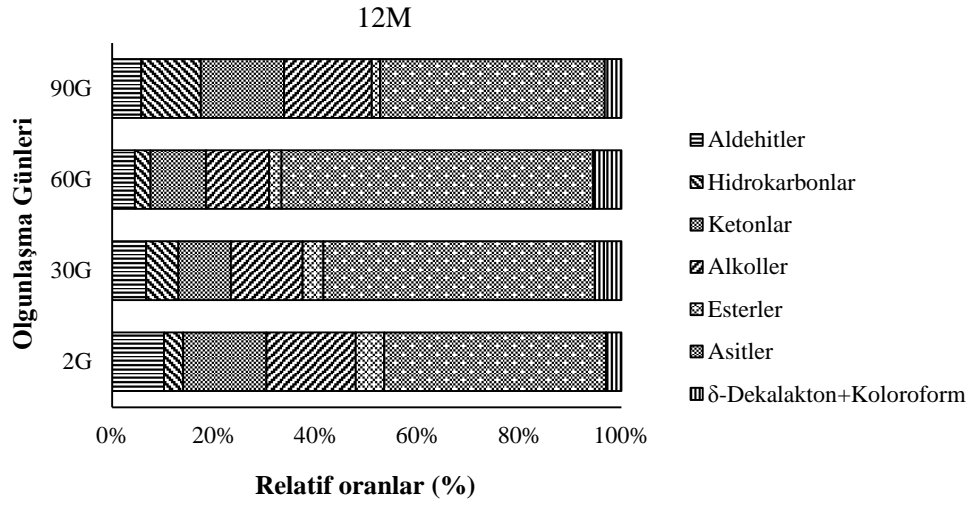
M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri.



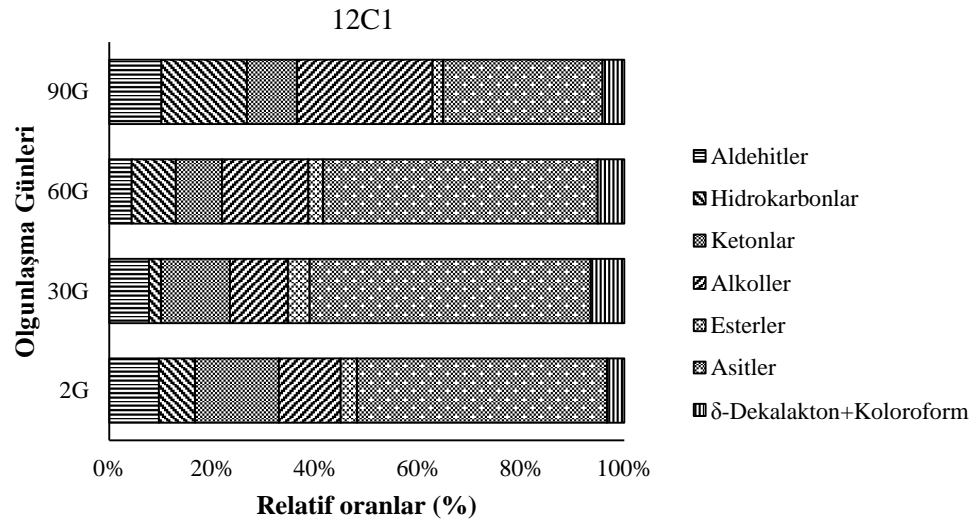
Şekil 3.41.Olgunlaşma süresince 10C1 peynirinde uçucu grupları



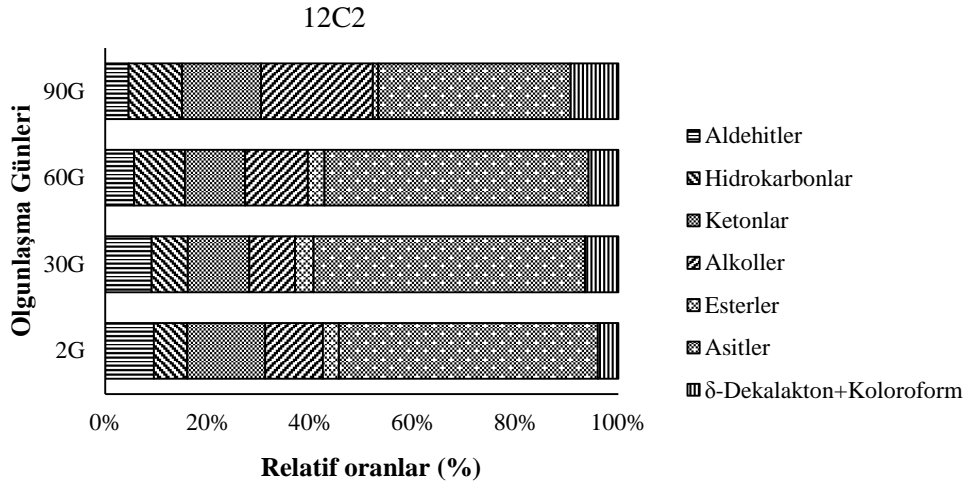
Şekil 3.42. Olgunlaşma süresince 10C2 peynirinde uçucu grupları



Şekil 3.43. Olgunlaşma süresince 12M peynirinde uçucu grupları



Şekil 3.44. Olgunlaşma süresince 12C1 peynirinde uçucu grupları



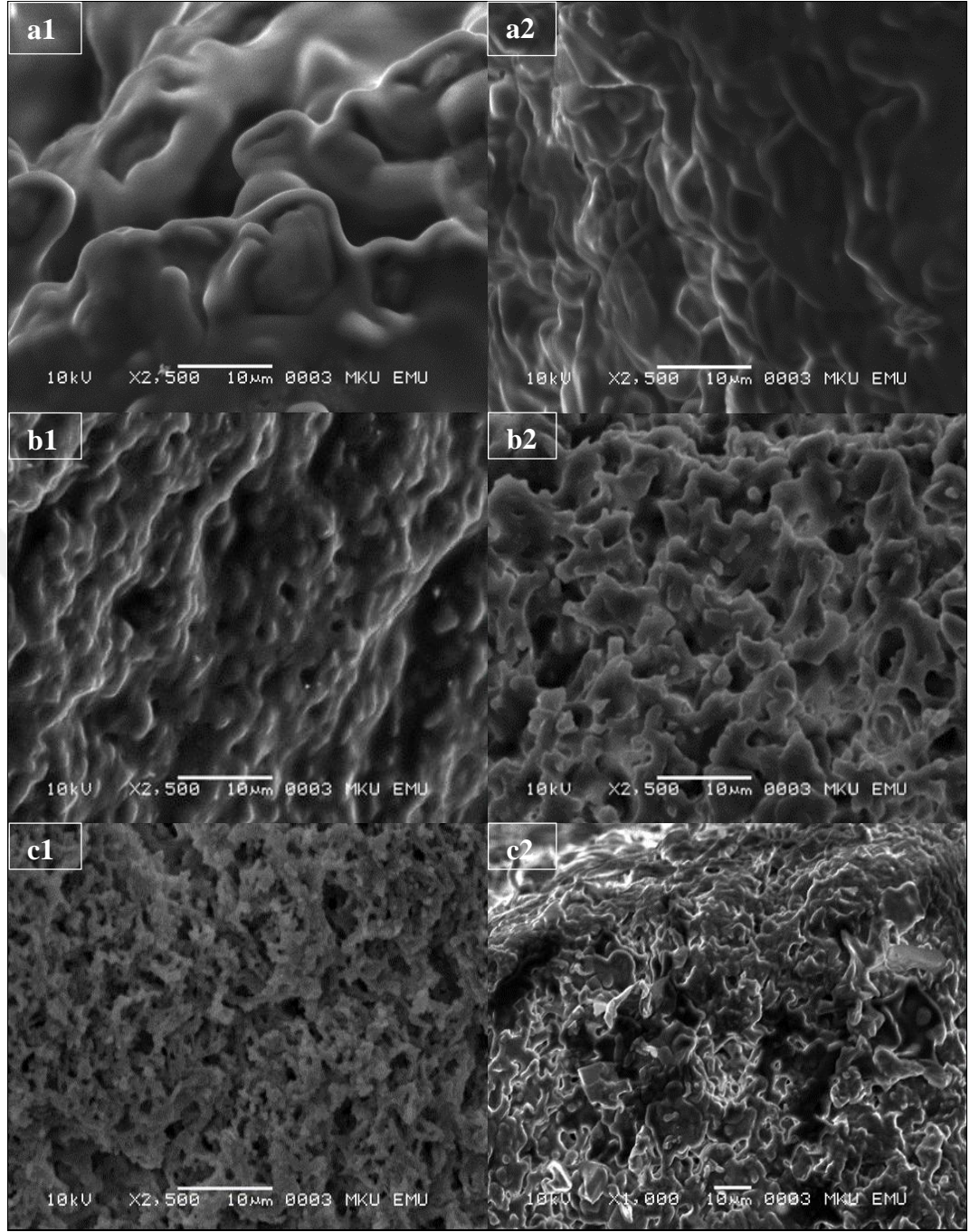
Şekil 3.45. Olgunlaşma süresince 12C2 peynirinde uçucu grupları

4.5. Mikroyapı

Bir peynirin mikroyapısı fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde anahtar bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Mikroyapı, peynir üretiminde kullanılan enzim çeşidinden, sütün pH değerinden, yağ ve protein içeriğinden, süte uygulanan ısıl işlemden, süzme ve baskılama süresinden önemli ölçüde etkilenebilmektedir. Bazı araştırmacılar (Ma ve ark., 2011; Ong ve ark., 2012), gerek bitkisel rennetle gerekse hayvansal rennetle süt yüksek pH'da (6.7) pıhtılaştırıldığında, jel mikroyapısı üzerinde belirgin bir farklılığın olmadığını; ancak 6.0, 6.2 ya da 6.3 pH'larda pıhtılaştırılan süt jellerinin mikroyapılarında daha yoğun bir protein ağı gözlemlenmiştir. Azalan pH elektrostatik itmeyi azaltmakta ve protein-protein etkileşimini artırmaktadır. Bu tip jellerde protein-protein etkileşimi artmakta sonuçta azalan hacimde bir protein ağı yapısı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yağ globülleri ve protein ağı arasındaki bağ da azaldığı için daha net bir protein yapısı gözlemlenebilmektedir.

Çalışmamızda jel (kesim öncesi), teleme ve olgunlaşma sırasında peynirlerin mikroyapı görüntüleri Şekil 3.46'da verilmiştir.

Jel ve telemelerin mikroyapısına bakıldığında, M'nin gerek jeli gerekse telemesinde daha kaba ve yoğun (kompakt) bir yapı gözlemlenmiştir. Bu kaba yapılar peynir mikrofografisinde muhtemelen daha büyük boşluklar oluşmasının bir nedeni olabilir.



Şekil 3.46. Peynir jelleri ve telemelerin SEM görüntüleri (a1: M jeli, a2: M telemesi, b1: C1 jeli, b2: C1 telemesi, c1: C2 jeli, c2: C2 telemesi)

Salamurada % 10 tuz içeren tüm peynirlerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle protein ağ yapısında bir zayıflama ve daha büyük derinlikler özellikle 10C1 peynirinde olgunlaşmanın 30. ve 60. günlerinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.47). Olgunlaşmanın sonunda her 3 peynir mikroyapısında diğer günlere kıyasla bir değişim olmuştur. Özellikle 10M ve 10C1 peynirlerinde muhtemelen kalsiyum laktat kaynaklı kristaller daha iyi gözlemlenmiştir. 10C2 peyniri ise özellikle de M peynirine kıyasla bir ağ yapısından ziyade daha filamentimsi bir görünüm sergilemiştir. Salamurada % 10 tuz içeren peynirler arasında ağ yapısında kopmalar M'ye kıyasla C1 ve C2 peynirlerinde gözlemlenmiştir. Söz konusu kopma ve protein ağındaki zayıflama, protein hidroliziyle ilişkilendirilebilir.

Salamurada % 12 tuz içeren peynirler arasında bir karşılaştırma yaptığımızda ise 12M peyniri en kaba mikroyapıyı göstermiştir. Söz konusu peynirlerde olgunlaşmanın 30. gününde çok az kopmalar ancak daha sıkı bir yapı, 60. gününde ise özellikle 12M ve 12C1 peynirlerinde yapıda biraz daha sıkılaşıma gözlemlenirken; her 3 peynirde de protein ağ yapıları olgunlaşmanın bu döneminde (60. gün) birbirlerinden tamamiyle farklı olmuştur. Yukarıda da belirtildiği gibi anılan dönemde 12M peyniri muhtemelen kalsiyum laktattan kaynaklanan parlamaları daha yoğun sergilemiştir. Yine bu dönemde daha homojen bir protein ağı 12C1 peynirinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın sonunda 60. güne kıyasla 12C2 peynir yapısında önemli bir değişim gözlemlenmemiş; C1 peynir protein ağında açılmalar, 12M peynir protein ağında ise kopmaların olduğu ve derinliklerin arttığı görülmüştür (Şekil 3.48). Soltani ve ark. (2016b)'nın pıhtılaştırıcı enzim olarak % 100 *R. miehei* kullandığı çalışmada, peynirden elde edilen mikroyapılarda söz konusu enzimin daha büyük boşluklar oluşturduğu ve bu boşluklarda daha fazla suyun tutulacağından, protein ağındaki kopmalarda bir azalmanın olabileceği ifade edilmiştir. Bazı araştırmacılar da (Moynihan ve ark., 2014) peynir mikroyapısında büyük boşlukların oluşmasını, proteinlerin parçalanmasıyla diğer bir ifadeyle proteolizle ilişkilendirmişlerdir.

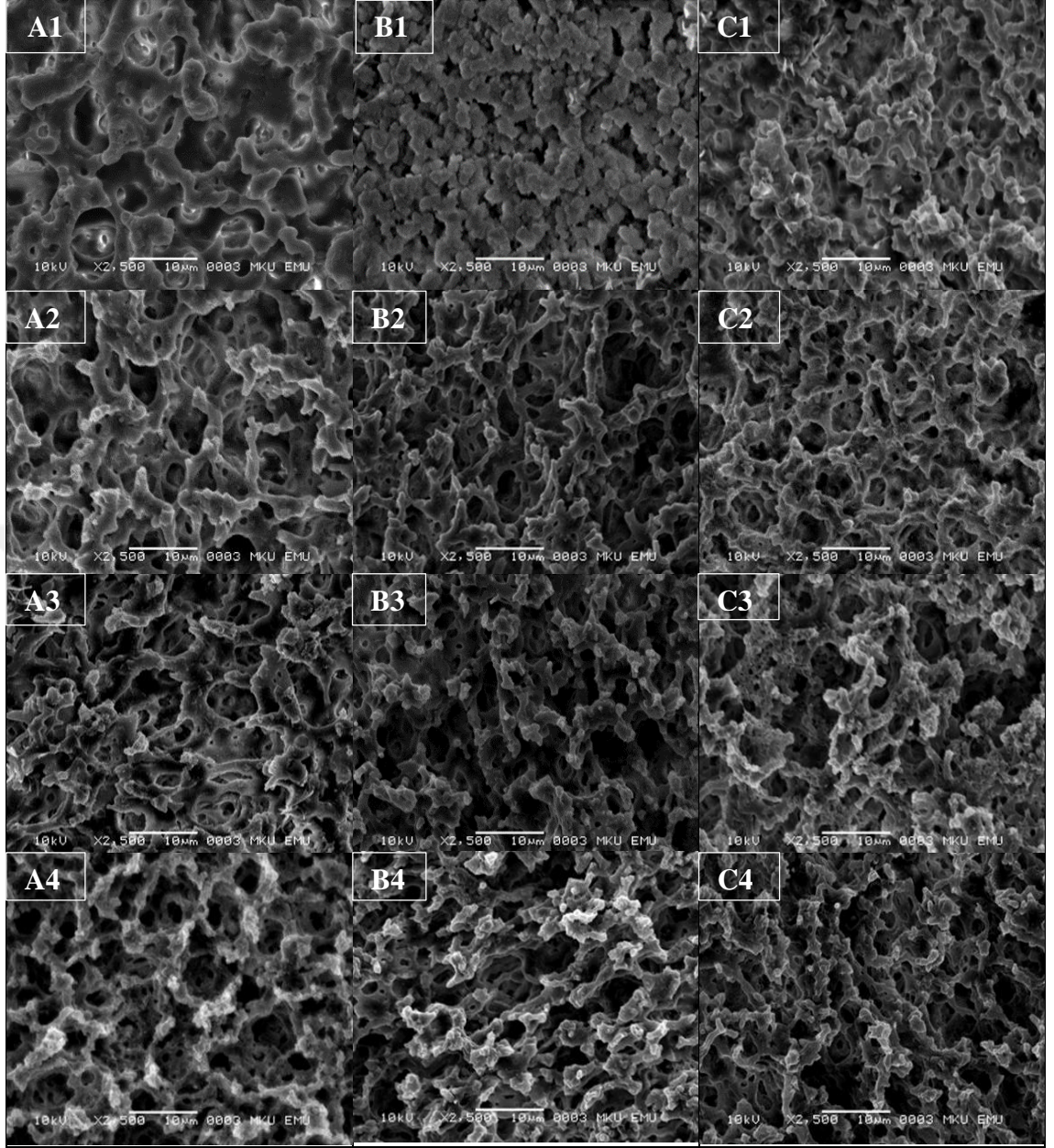
Sonuçta M peynirleri, C1 ve C2 peynirlerine kıyasla biraz daha kaba ancak daha sıkı bir protein ağ yapısı göstermişlerdir. Benzer yapılar Hellim peynirine benzeyen *R. miehei* ve buzağı rennetiyle üretilen Malatya peynirinde de gözlemlenmiştir (Hayaloğlu ve ark., 2014). C2 peynirinde olgunlaşmanın sonunda bir ağ yapısından ziyade bir filament uzantısı gibi mikroyapılar elde edilmiştir. Bu açıdan da bakıldığında kullanılan enzim

çeşitliliği mikroyapı üzerinde bir farklılığa neden olmuştur. Salamura tuz konsantrasyonunun mikroyapı üzerine etkisine baktığımızda, salamurada % 10 tuz içeren peynirlerin mikroyapısı % 12 tuz içerenlere kıyasla daha zayıf olmuştur. Benzer durum Luo ve ark. (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Olgunlaşma sırasında protein ağında yeniden düzenlenmeler salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde salamurada % 12 tuz içeren peynirlere kıyasla daha belirgindir.

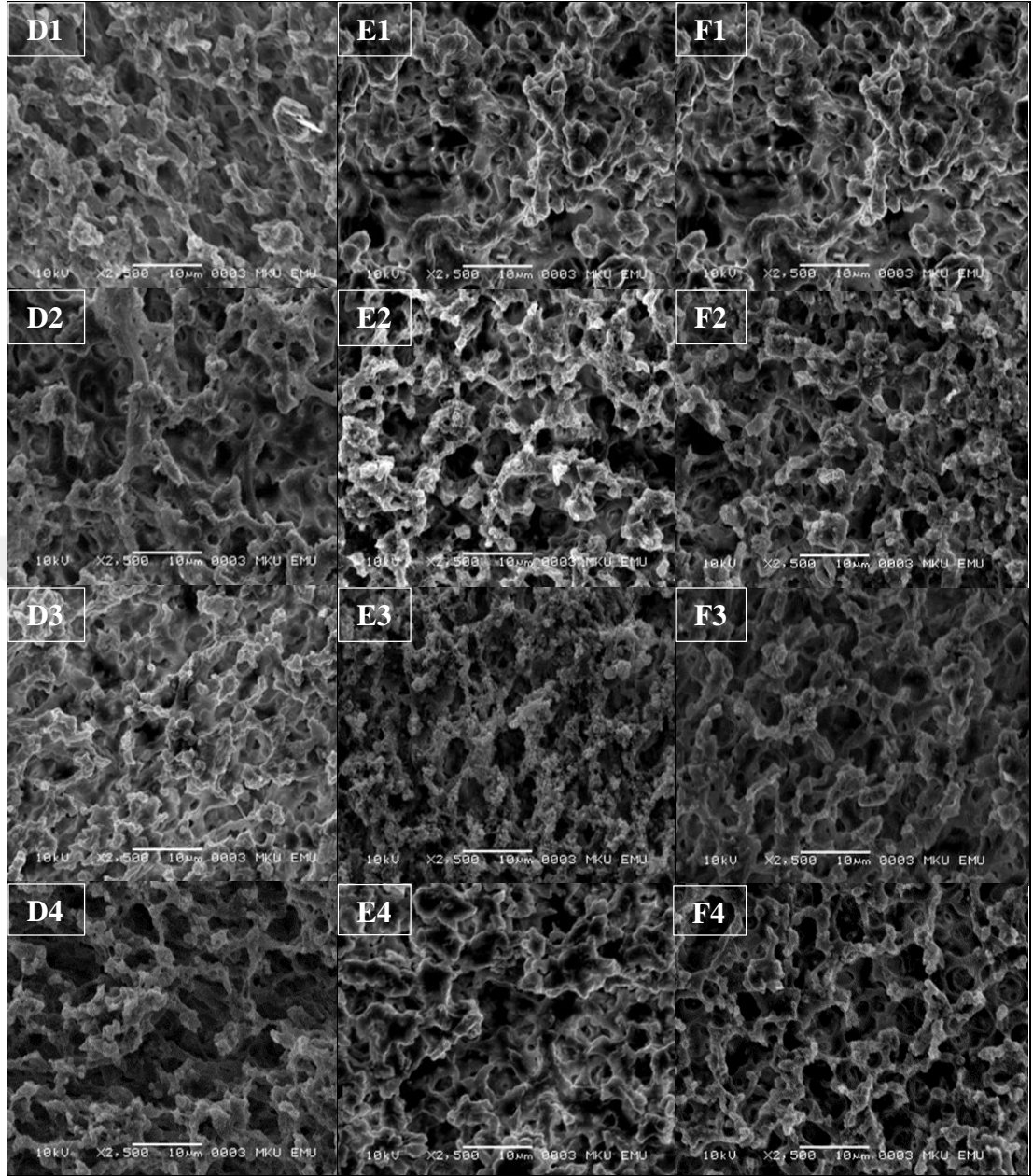
4.6. Tekstürel Nitelikler

Tekstür ölçümünde enstrümental metotlar yapı-bozucu ve yapı-bozmayan metotlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Gıdanın çeşidine bağlı olarak farklı bozucu kuvvet ve deformasyon teknikleri ile tekstürel özelliklerin ölçülmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (Kilcast, 2010). Bu ölçümler ise objektif ve standart enstrümental metotların uygulanması ile mümkündür. Bozucu kuvvet/deformasyon metotları (çarpma kuvvet cevabı, titreşim gibi), materyalin mühendislik teorisine dayandırılara geliştirilmiş ve gıdanın çok iyi tanımlanmış gerek tekli gerekse çoklu mekaniksel özelliklerinin bir ölçümü olmaktadır. Gıdanın tekstürel özellikleri dokunarak ya da çiğneyerek insanların duyuşsal algısında önemli olduğu gibi paketleme, depolama ve taşıma gibi uygulamalar sırasında gıdanın mekanik zararlara karşı direnci bakımından da önemlidir. Farklı tekstürel ve mekaniksel özellikli çok çeşitli gıda olduğundan geniş bir çeşitlilikte kuvvet/deformasyon metotları ve tekniklerinin uygulanabilirliği de sürpriz değildir (Butz ve ark., 2005).

Gıda kalitesini, duyuşsal özellikler, besin değeri, kimyasal bileşenler, mekanik özellikler ve kusursuz bir yapı belirlemektedir (Abbott, 1999; Shewfelt ve Bruckner, 2000). Tekstür, hem mekanik hem de duyuşsal bir özelliktir. Duyuşsal açıdan en basit ifadeyle tekstür, gıdaya dokunarak hissedilen algıdır. Kompleks şekilde ise gıdanın ısırlabilirliği, çiğnenebilirliği, ezilebilirliği gibi niteliklerini etkileyen; genel yapısal formu değişerek sindirim sistemine iletilmesi sırasındaki algıların toplamını ifade etmektedir. Sertlik, sululuk, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, ufalanabilirlik, kırılğanlık, gevreklik gibi terimler çeşitli gıda ürünlerinin tekstürel karakterlerini tanımlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 3.47. Olgunlaşma süresince salamurada % 10 tuz içeren peynirlerin SEM görüntüleri (A1: 10M-2G, A2: 10M-30G, A3: 10M-60G, A4: 10M-90G, B1: 10C1-2G, B2: 10C1-30G, B3: 10C1-60G, B4: 10C1-90G, C1: 10C2-2G, C2: 10C2-30G, C3: 10C2-60G, C4: 10C2-90G)



Şekil 3.48. Olgunlaşma süresince salamurada % 12 tuz içeren peynirlerin SEM görüntüleri (D1: 12M-2G, D2: 12M-30G, D3: 12M-60G, D4: 12M-90G, E1: 12C1-2G, E2: 12C1-30G, E3: 12C1-60G, E4: 12C1-90G, F1: 12C2-2G, F2: 12C2-30G, F3: 12C2-60G, F4: 12C2-90G)

Ancak insan faktörü ile gıda tekstürünü tanımlamadaki en büyük zorluk, çok farklı tekstürel nitelikler gösteren çok geniş bir gıda çeşidinin olması ve farklı insanların da farklı gıda çeşitlerinden beklentilerinin ve tanımlamalarının çeşitlilik göstermesidir (Lu, 2013).

Başlıca tekstürel parametre olan sertlik ya da sıklık, enstrümental açıdan peyniri sıkıştırmak için gerekli maksimum kuvvet ya da yapıyı bozmak için gerekli kuvvetin miktarıdır. Duyusal açıdan, azı dişleri arasında sıkıştırmak için gerekli kuvvet olarak değerlendirilmektedir. Elastikiyet ve iç yapışkanlık ile ters ilişkili olan sertlik, peynirde yağ ve su içeriğinin azalması ile artmaktadır. Çizelge 4.25'te görüldüğü üzere Teleme örneklerinin sertlik değerleri, kullanılan pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilenmiştir. En yüksek sertlik değeri (4.23 N) M telemesinde gözlemlenirken; en düşük değer (3.68 N) C1 telemesinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Telemelerde tekstürel nitelikler

Tekstürel Nitelikler	Teleme			
	M	C1	C2	P
Sertlik (N)	4.23± 0.21 ^a	3.68± 0.15 ^c	3.98± 0.09 ^b	**
Elastikiyet (mm)	0.91± 0.01	0.91± 0.02	0.90± 0.01	Ö.D.
Dış Yapışkanlık (Nmm) (-)	0.11± 0.02	0.15± 0.07	0.10± 0.03	Ö.D.
İç Yapışkanlık	0.86± 0.01	0.86± 0.02	0.86± 0.01	Ö.D.
Sakızimsılık (N)	3.22± 0.20	3.22± 0.03	3.41± 0.08	Ö.D.
Çiğnenebilirlik (Nmm)	3.18± 0.13 ^a	2.57± 0.11 ^b	3.19± 0.09 ^a	***
Esneklik (mm)	0.50± 0.01	0.49± 0.02	0.50± 0.01	Ö.D.

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

Peynirlerde de sertlik değerleri hem kullanılan pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden, hem olgunlaşma süresinden hem de salamuranın tuz konsantrasyonundan önemli düzeyde etkilenmiştir (Çizelge 4.26). Beklendiği üzere en yüksek sertlik değerleri % 12 tuz içeren salamuralarda olgunlaştırılan peynirlerde gözlemlenmiştir. Pıhtılaştırıcılar açısından ise mikrobiyal fermente rennetle üretilen M peyniri, olgunlaşma süresince C1 ve C2 peynirlerine kıyasla daha yüksek sertlik değeri göstermiştir. En düşük sertlik değeri ise, % 10 salamuralı C1 peynirinde gözlemlenmiştir. Tüm peynirlerde (10C2 hariç) sertlik değeri olgunlaşmanın 30. gününde önemli düzeyde artmıştır. Söz konusu dönemde örneklerin tuz içeriğinde de önemli bir artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde

ise tüm peynirlerde sertlik değeri önemli düzeyde ($p < 0.001$) azalmış; M peynirleri hariç diğer tüm peynirlerde bu azalma olgunlaşmanın sonuna kadar devam etmiştir.

Salamuralı peynirlerde sertliği etkileyen başlıca parametreler yağ, rutubet, rutubette tuz içeriği, protein degradasyonu, suda çözünebilir peptitlerin oluşumu ve salamuranın kalsiyum içeriğidir. Çalışmamızda olgunlaşma sırasında beklendiği üzere yağ değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiş; peynirlerin rutubette tuz içerikleri 2. güne kıyasla 30. günde önemli düzeyde artmış ve bu durum peynirlerin sertlik değerlerini artırıcı yönde etkilemiştir (Çizelge 4.26). Ancak olgunlaşmanın geri kalan günlerinde rutubette tuz içeriği değişmemesine rağmen, peynirlerin sertlik değerlerinde bir azalma gözlemlenmiştir. Bu durum ise suda çözünen azot içeriklerinin 12M hariç diğer tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonuna doğru önemli düzeyde artmasından kaynaklanabilir. Diğer yandan proteolizin bir göstergesi olan suda çözünen azot içeriklerinin toplam azot içerisindeki oranı 90. günler arasında en yüksek (% 17) 10C1 peynirinde gözlemlenmiştir. Söz konusu günde ise en düşük sertlik değeri (5.90 N) anılan peynirde elde edilmiştir. Ong ve ark. (2012), Cheddar peyniri üzerine yaptıkları bir çalışmada peynir üretimi öncesi sütün asitliğinin gelişmesinin yani pH'nın 6.1'e düşmesinin, 6.7 pH değerinde yapılan peynire kıyasla sertlik değerini azalttığını; ancak istatistiksel bir fark gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar (Luo ve ark., 2013), peynirden salamuraya kalsiyumun geçmesinin de peynir kitlesinde yumuşamaya neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Guinee ve ark. (2002) da, kazeinin su kaybetmesi ve/veya sürekli yağ kaybının bir sonucu olarak kesim sonrası zamanla pıhtı geçirgenliğinin azaldığını; bundan dolayı pıhtı kitlesinden peyniraltı suyuna kalsiyumun geçişinin çok az olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda söz konusu durumu engellemek adına peyniraltı suyundan yapılan salamuraya CaCl_2 ilave edilmiştir. Bunun yanı sıra pıhtı kesimi ve haşlama sonrasında peynir yüzeyinde yağ kaybı nedeniyle, pıhtının iç kısmına kıyasla daha fazla protein/yağ oranına sahip bir membran oluşabilmektedir. Bu membran da peynirden salamuraya geçişleri azaltabilir. Yapılan bir çalışmada (Erdem, 2005), konvansiyonel yöntemle üretilen % 14 tuz içeren salamurada depolanan Beyaz peynirde sertliğin 1.239 N'dan 90 gün sonunda 1.025 N'a azaldığı belirtilmiştir. Prasad ve Alvarez (1999)'in ürettikleri Feta peynirlerinin sertlik değerlerinde olgunlaşma sırasında kademeli olarak bir azalma belirlenmiş; sertlik 22.58 N'den 14.91 N'ye düşmüştür. Bir başka çalışmada da sertlik değerleri az yağlı Beyaz peynirlerde 90 gün olgunlaşma süresince bir

azalma göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Romeih ve ark., 2002). Çalışmamızda 30. günden itibaren olgunlaşmanın sonuna kadar düzenli bir düşme gözlemlenmesi önceki çalışmaların sonuçlarıyla desteklenmektedir.

Elastikiyet, ilk baskı kuvveti uzaklaştırıldıktan sonra başlangıç durumuna geri dönmenin ölçümüdür. Depolama süresi tüm peynirlerin elastikiyet değerlerini önemli bir düzeyde ($p>0.05$) etkilememiştir. Salamura tuz konsantrasyonu da 10C1-12C1 hariç (30. gün) peynirlerde elastikiyet değerlerini önemli bir şekilde etkilememiştir. Peynir 10C1 hariç diğer peynirlerde olgunlaşmanın 9. gününde 2. güne kıyasla elastikiyet değerleri azalmıştır. Peynirler çoğunlukla 0.90 mm-0.93 mm arasında bir elastikiyet değerleri göstermişlerdir. Şahingil ve ark. (2014), 120 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirde elastikiyeti 0.70 mm-63 mm arasında olduğunu; Topçu ve Saldamlı (2006) da 90 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde anılan niteliği 5.47 mm'den 4.65 mm'ye düştüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmaların aksine Erdem (2005), Beyaz peynirde elastikiyeti olgunlaşmanın başından sonuna doğru (90 gün olgunlaşma) 5.06 mm'den 5.41 mm'ye yükseldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, Şahingil ve ark. (2014)'nın belirlediği değerlerle uyum göstermiştir. Chevanan ve ark. (2006), peynirlerin yüksek kalsiyum içermesinin elastikiyeti olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Ancak Zheng ve ark. (2016), böyle bir ilişkiden bahsetmemişlerdir. Araştırmacılar Ca^{+2} iyonunun Na^{+} iyonu ile yer değiştirmesinin elastikiyeti azaltacağını, elastikiyetin yağsız kurumaddede rutubet ve rutubette tuz içeriğiyle pozitif bir korelasyon gösterdiğini vurgulamışlardır.

Tekstür profil analizlerinden dış yapışkanlık, tekstür analizör probundan peyniri uzaklaştırmak için gerekli olan kuvvettir. Duyusal açıdan ise anılan parametre peynirin ağız içerisinde dil ve damak üzerindeki yapışkanlığı olarak değerlendirilmektedir. Çizelge 4.26'da görüldüğü gibi dış yapışkanlık değerleri (-) 0.06 Nmm-0.23 Nmm arasında tespit edilmiştir. Erdem (2005), depolama süresince dış yapışkanlığın (-) 0.130'dan 0.250'ye düştüğünü bildirmiş olup; Topçu ve Saldamlı (2006) da bu değerleri depolama süresince 0.06-0.43 aralığında belirlemişlerdir. Sonuçlarımızın yapılan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Peynir parçalanmadan deformasyonun ölçümü ya da peynirde iç bağların kuvveti/mukavemetinin ölçümü iç yapışkanlık olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda iç yapışkanlık değerlerinin olgunlaşmanın sonunda 2. güne kıyasla

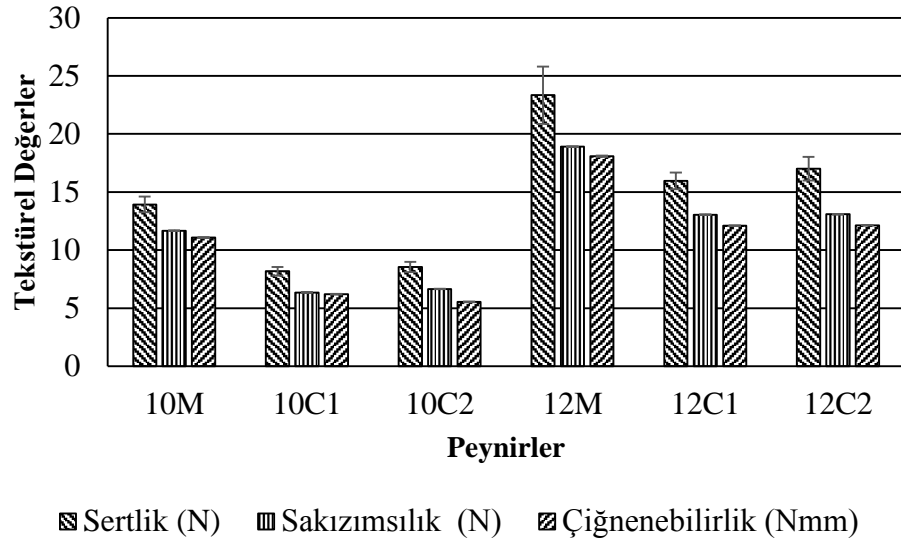
azaldığı belirlenmiştir. En yüksek iç yapışkanlık değerleri (0.84-0.86) olgunlaşmanın 2. gününde tespit edilirken; tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonuna doğru iç yapışkanlığın azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak tüm peynirlerde belirlenen iç yapışkanlık değerleri Topçu ve Saldamlı (2006)'nın bulduğu sonuçlardan (0.33-0.23) yüksek tespit edilmiştir.

Alt tekstürel parametreler olan, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinden sakızimsılık nitelikleri sertlik niteliği ile direkt olarak ilişkilidir. Sakızimsılık, ilk deformasyon sırasında peynirin orijinal pozisyonuna ulaşma kabiliyetidir. Sakızimsılık niteliği hem peynirler arasında hem de olgunlaşma sırasında önemli değişimler göstermiştir. En yüksek sakızimsılık değeri olgunlaşmanın 30. gününde 12M peynirinde elde edilirken; en düşük değer (4.37 N) 10C2 peynirinde olgunlaşmanın 90. gününde gözlemlenmiştir. Salamura tuz konsantrasyonunu göz ardı ettiğimizde M peynirinde, C1 ve C2 peynirlerine kıyasla daha yüksek bir sakızimsılık sonuçları elde edilmiştir. Sertlik değerinde olduğu gibi sakızimsılık niteliğinde de pıhtılaştırıcı enzim çeşitliliği önemli bir farklılık sergilemiştir. Çiğnenebilirlik ise katı bir gıdayı çiğnemek için gerekli işin ölçümüdür. Duyusal açıdan gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme sayısıdır. Yağ ve rutubet içeriğinin artması çiğnenebilirliği azaltmakta; protein içeriğinin artması ise arttırmaktadır. İyi bir çiğnenebilirlik iyi bir damak tadı yaratmaktadır. Çalışmamızda Çizelge 4.26'da görüldüğü üzere çiğnenebilirlik değerleri M peynirlerinde, 12C1 ve 12C2 peynirinde olgunlaşmanın 30. gününde 2. gününe kıyasla önemli düzeyde artmıştır. Şahingil ve ark. (2014), olgunlaşmanın başında sakızimsılık değerinin 1.92 N olduğunu 120. gün sonunda ise bu değer 0.88'e düştüğünü rapor etmişlerdir. Sakızimsılık değerleri gibi çiğnenebilirlik değerleri de çoğu peynirde 30. günden sonra bir azalma eğilimi göstermiştir. Yine en yüksek çiğnenebilirlik değerlerini M peynirleri sergilemiştir. Çiğnenebilirlik değerlerinde gözlemlenen azalma proteoliz ve peynirde protein-protein interaksiyonunun azalmasından kaynaklanabilir (Sameh, 2006). Çiğnenebilirlik değerleri sertlik değerlerine benzer bir eğilimi peynirlerde göstermiştir. Erdem (2005) % 14 tuz içeren salamuralı peynirlerde sakızimsılık değerlerinin 0.379 N'den 0.436 N'ye yükseldiğini; Topçu ve Saldamlı (2006)'da 0.97 N'den 1.46 N'ye arttığını ve çiğnenebilirlik değerlerinin ise 90 gün olgunlaştırdıkları Beyaz peynirde 4.89 Nmm-9.05 Nmm arasında tespit etmişlerdir.

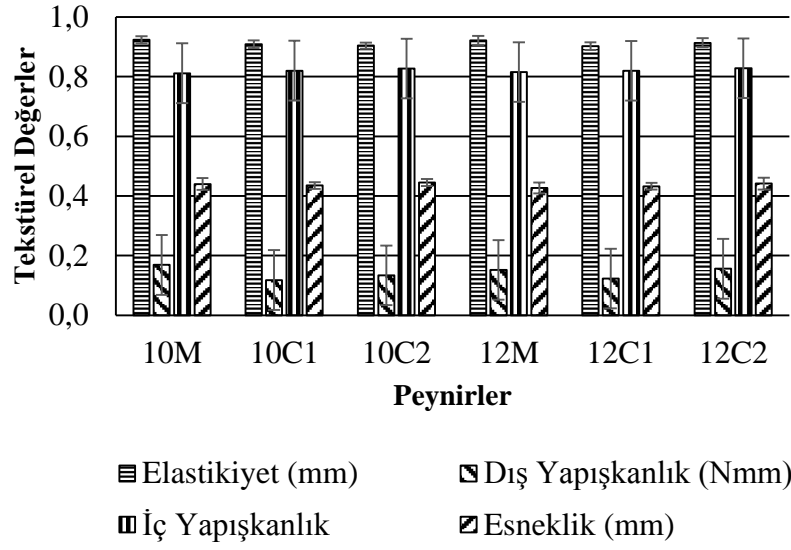
Esneklik, peynir üzerinden kuvvet hızlı bir şekilde uzaklaştırıldıktan sonra başlangıç haline geri dönebilirliğin ölçümüdür. Elastikiyetten farkı ise elastikiyette

kuvvet yavaş bir şekilde uzaklaştırılmaktadır. Esneklik değerleri, tüm peynirlerde olgunlaşmanın 90. gününde 2. gününe kıyasla istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) bir azalma göstermiştir. Zheng ve ark. (2016), esnekliğin rutubette tuz içeriği ile ters ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda rutubette tuz içeriklerine bakıldığında, 90. günde 2. güne kıyasla istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) düzeyde bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Diğer tekstürel parametrelerde olduğu gibi esneklik parametresi de çalışmamızda peynirlerde en büyük farklılığı olgunlaşmanın 30. gününde göstermiştir (Çizelge 4.26).

Genel bir değerlendirme yaptığımızda (Şekil 3.49, Şekil 3.50), en yüksek sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini 12M peyniri göstermiştir. Tüm peynirlerde salamura tuz konsantrasyonunda % 2'lik bir artış anılan nitelikleri de artırmıştır. Bunun yanı sıra diğer tekstürel parametreler olan elastikiyet dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri açısından olgunlaşma süresini göz ardı ettiğimizde peynirlerin benzerlikler gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.49. Peynirlerde ortalama sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri



Şekil 3.50. Peynirlerde ortalama elastikiyet, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri.

4.7. Renk

Gıdaların rengi tüketicilerin lezzet algısını değiştiren en önemli duyu niteliklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle gıdanın rengi beklentileri karşılamıyorsa tat-koku algılanması azalmaktadır. Peynirlerin kalitesinin belirlenmesinde de önemli bir kriter olan renk, tüketicilerin lezzet algısını değiştirebilmektedir. Dolayısıyla renk-lezzet ilişkisi bu açıdan önemli olabilmektedir (Wadhvani ve McMahan, 2012).

Hunter renk değerlendirme sisteminde L^* değeri parlaklık-siyah, a^* değeri kırmızılık (+)-yeşillik (-) ve b^* değeri sarılık (+)-maviliği (-) göstermektedir. Söz konusu parametreler kullanılarak beyazlık indeksi (WI), renk doygunluk derecesi ve yoğunluğunu (C; Kroma) ve rengin niteliksel bir değerlendirmesi olan yani renk doygunluğu (h°) değerleri (Hue) hesaplanmıştır. a^* ve b^* değerlerinin her birinin renk niteliğini değerlendirmek yerine bunların kombinasyonu olan C değerini hesaplamak renk açısından daha iyi bir sonuç verdiği için önemlidir.

Çizelge 4.26. Olgunlaşma süresince peynirlerde tekstürel nitelikler

Tekstürel Nitelikler	M				C1			C2				
	G ¹	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Sertlik (N)	2	11.40 ± 1.34 ^{bx}	18.46 ± 2.11 ^{cY}	***	9.40 ± 0.41 ^{by}	12.97 ± 1.91 ^{cX}	*	10.99 ± 0.38 ^{ax}	12.91 ± 1.88 ^{cX}	Ö.D.	*	**
	30	21.02 ± 0.45 ^{ax}	31.84 ± 3.75 ^{aX}	***	10.87 ± 0.32 ^{ay}	19.17 ± 0.46 ^{aY}	***	9.41 ± 0.23 ^{bz}	23.26 ± 1.01 ^{aY}	***	***	**
	60	11.61 ± 0.72 ^{bx}	22.81 ± 2.35 ^{bX}	***	6.55 ± 0.49 ^{cz}	17.49 ± 0.31 ^{bX}	***	7.46 ± 0.40 ^{cy}	18.17 ± 0.77 ^{bY}	***	***	*
	90	11.69 ± 0.20 ^{bx}	20.26 ± 1.65 ^{bcX}	***	5.90 ± 0.29 ^{dy}	14.24 ± 0.21 ^{cY}	***	6.34 ± 0.77 ^{dy}	13.69 ± 0.37 ^{cX}	***	***	**
	p1	***	***		***	***		***	***			
Elastikiyet (mm)	2	0.92 ± 0.01	0.93 ± 0.01	Ö.D.	0.91 ± 0.02	0.91 ± 0.02	Ö.D.	0.92 ± 0.01	0.92 ± 0.02	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	30	0.93 ± 0.01 ^x	0.93 ± 0.01	Ö.D.	0.90 ± 0.01 ^y	0.91 ± 0.01	Ö.D.	0.89 ± 0.01 ^y	0.92 ± 0.01	*	***	Ö.D.
	60	0.93 ± 0.01	0.92 ± 0.02 ^Y	Ö.D.	0.91 ± 0.01	0.90 ± 0.01 ^X	Ö.D.	0.90 ± 0.02	0.92 ± 0.01 ^X	Ö.D.	Ö.D.	*
	90	0.91 ± 0.02	0.91 ± 0.03	Ö.D.	0.92 ± 0.02	0.90 ± 0.01	Ö.D.	0.91 ± 0.02	0.90 ± 0.02	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Dış Yapışkanlık (Nmm) (-)	2	0.13 ± 0.02 ^{bx}	0.14 ± 0.05 ^X	Ö.D.	0.13 ± 0.03 ^x	0.10 ± 0.04 ^{XY}	Ö.D.	0.09 ± 0.02 ^{by}	0.06 ± 0.01 ^{cY}	Ö.D.	*	*
	30	0.15 ± 0.01 ^b	0.14 ± 0.01 ^Y	Ö.D.	0.12 ± 0.02	0.16 ± 0.03 ^X	Ö.D.	0.15 ± 0.02 ^a	0.15 ± 0.01 ^{bX}	Ö.D.	Ö.D.	***
	60	0.23 ± 0.05 ^{ax}	0.13 ± 0.07	Ö.D.	0.11 ± 0.01 ^y	0.11 ± 0.02	Ö.D.	0.13 ± 0.04 ^{aby}	0.20 ± 0.02 ^a	*	**	Ö.D.
	90	0.17 ± 0.05 ^{ab}	0.19 ± 0.05 ^X	Ö.D.	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.02 ^Y	Ö.D.	0.17 ± 0.03 ^a	0.21 ± 0.04 ^{aX}	Ö.D.	Ö.D.	**
	p1	*	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		**	***			
İç Yapışkanlık	2	0.84 ± 0.01 ^a	0.84 ± 0.02 ^{aY}	Ö.D.	0.86 ± 0.01 ^a	0.86 ± 0.01 ^{aX}	Ö.D.	0.86 ± 0.01 ^a	0.86 ± 0.01 ^{aXY}	Ö.D.	Ö.D.	*
	30	0.82 ± 0.01 ^b	0.81 ± 0.02 ^{bY}	Ö.D.	0.82 ± 0.02 ^b	0.82 ± 0.01 ^{bX}	Ö.D.	0.82 ± 0.01 ^b	0.82 ± 0.02 ^{bcY}	Ö.D.	Ö.D.	***
	60	0.79 ± 0.01 ^{cy}	0.81 ± 0.01 ^b	Ö.D.	0.81 ± 0.01 ^{bcx}	0.79 ± 0.02 ^c	Ö.D.	0.81 ± 0.01 ^{bx}	0.83 ± 0.02 ^{ab}	Ö.D.	*	Ö.D.
	90	0.80 ± 0.02 ^c	0.81 ± 0.01 ^{bY}	Ö.D.	0.80 ± 0.01 ^c	0.81 ± 0.01 ^{bcX}	Ö.D.	0.82 ± 0.01 ^b	0.81 ± 0.01 ^{cY}	Ö.D.	Ö.D.	**
	p1	***	*		***	***		***	**			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri..

Çizelge 4.26. (Devam) Olgunlaşma süresince peynirlerde tekstürel nitelikler

Tekstürel Nitelikler G ¹		M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Sakızimsılık (N)	2	11.19 ± 0.71 ^{bx}	15.39 ± 1.55 ^{bZ}	**	7.68 ± 0.26 ^{bz}	11.09 ± 1.64 ^{cY}	*	9.41 ± 0.36 ^{ay}	10.99 ± 1.50 ^{cX}	Ö.D.	***	***
	30	16.46 ± 0.56 ^{ax}	25.81 ± 2.82 ^{aX}	***	8.47 ± 0.12 ^{ay}	15.54 ± 0.20 ^{aY}	***	7.43 ± 0.15 ^{bz}	17.78 ± 0.49 ^{aY}	***	***	**
	60	9.36 ± 0.82 ^{cx}	18.39 ± 2.31 ^{bX}	***	4.58 ± 0.28 ^{cy}	13.98 ± 0.29 ^{bXY}	***	5.40 ± 0.23 ^{cy}	12.50 ± 0.44 ^{bY}	***	***	*
	90	9.65 ± 0.43 ^{cx}	16.04 ± 1.72 ^b	***	4.66 ± 0.2 ^{cy}	11.58 ± 0.25 ^c	***	4.37 ± 0.41 ^{dy}	11.07 ± 0.42 ^c	***	***	Ö.D.
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Çiğnenebilirlik (Nmm)	2	10.33 ± 0.77 ^{bx}	14.11 ± 1.30 ^{cZ}	**	8.23 ± 0.96 ^{ay}	11.31 ± 1.81 ^{bcY}	*	7.25 ± 0.60 ^{ay}	9.83 ± 1.13 ^{cX}	**	***	***
	30	15.81 ± 0.48 ^{ax}	27.02 ± 0.84 ^{aX}	***	7.63 ± 0.26 ^{ay}	14.09 ± 0.30 ^{aY}	***	6.51 ± 0.04 ^{bz}	16.56 ± 0.27 ^{aZ}	***	***	***
	60	8.22 ± 0.47 ^{cx}	16.48 ± 1.76 ^b	***	4.63 ± 0.32 ^{by}	12.68 ± 0.56 ^{ab}	***	4.82 ± 0.05 ^{cy}	12.21 ± 0.43 ^b	***	***	Ö.D.
	90	10.00 ± 0.37 ^{bx}	14.74 ± 1.45 ^{bcX}	***	4.34 ± 0.14 ^{by}	10.29 ± 0.07 ^{cY}	***	3.59 ± 0.13 ^{dz}	9.96 ± 0.10 ^{cX}	***	***	*
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Esneklik (mm)	2	0.50 ± 0.01a	0.48 ± 0.02 ^{aX}	Ö.D.	0.49 ± 0.01 ^a	0.48 ± 0.01 ^{aX}	Ö.D.	0.50 ± 0.01 ^a	0.50 ± 0.02 ^{aY}	Ö.D.	Ö.D.	*
	30	0.43 ± 0.01b	0.40 ± 0.01 ^{bY}	*	0.41 ± 0.01 ^c	0.41 ± 0.01 ^{cX}	Ö.D.	0.43 ± 0.01 ^b	0.41 ± 0.01 ^{cZ}	Ö.D.	Ö.D.	***
	60	0.44 ± 0.01b	0.42 ± 0.02 ^{bX}	Ö.D.	0.44 ± 0.01 ^b	0.44 ± 0.01 ^{bY}	Ö.D.	0.44 ± 0.01 ^b	0.45 ± 0.02 ^{bZ}	Ö.D.	Ö.D.	***
	90	0.41 ± 0.04b	0.41 ± 0.02 ^{bX}	Ö.D.	0.41 ± 0.01 ^c	0.42 ± 0.01 ^{cX}	Ö.D.	0.42 ± 0.01 ^b	0.41 ± 0.01 ^{cY}	Ö.D.	Ö.D.	**
	p1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozi peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz). G¹: Depolama günleri..

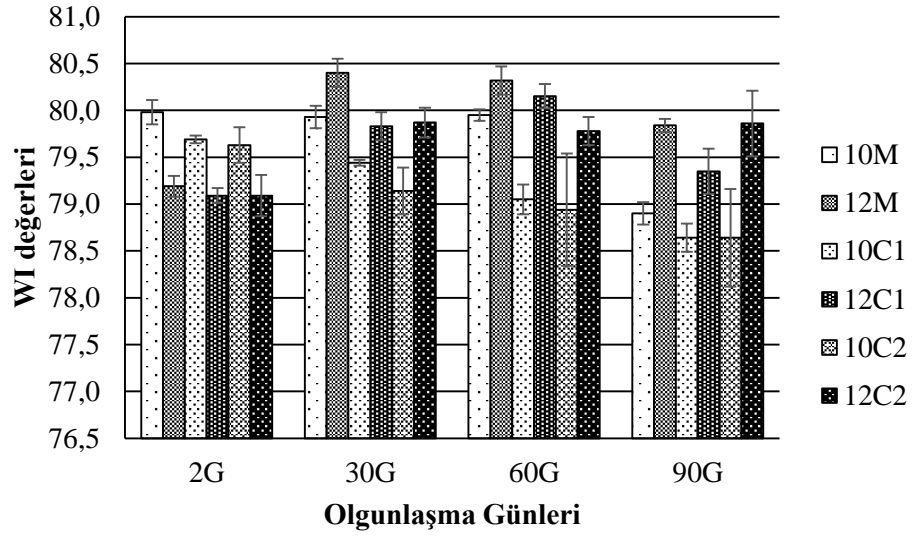
Süt, teleme ve peyniraltı sularında WI, C ve Hue değerleri Çizelge 4.27’de görülmektedir. Telemelerde enzim çeşitliliği WI, C ve Hue değerlerinde önemli bir farklılık yaratmazken; peyniraltı sularında sadece WI değeri önemli düzeyde ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Süt, teleme ve peyniraltı sularında renk değerleri

	Süt	Peynir Mayası	Teleme	Peyniraltı Suyu
WI	83.22±0.23	M	79.54± 0.12	47.51± 0.19 ^a
		C1	79.69± 0.25	46.17± 0.89
		C2	79.28± 0.23	45.25± 0.79
		P	Ö.D.	*
C	5.59±0.32	M	16.07± 0.29	5.19± 1.67
		C1	16.32± 0.36	5.18± 1.53
		C2	16.30± 0.12	5.03± 1.23
		P	Ö.D.	Ö.D.
Hue	127.89±0.68	M	78.20± 2.06	46.48± 0.32
		C1	77.94± 2.04	43.53± 2.45
		C2	78.92± 1.18	44.14± 0.75
		P	Ö.D.	Ö.D.

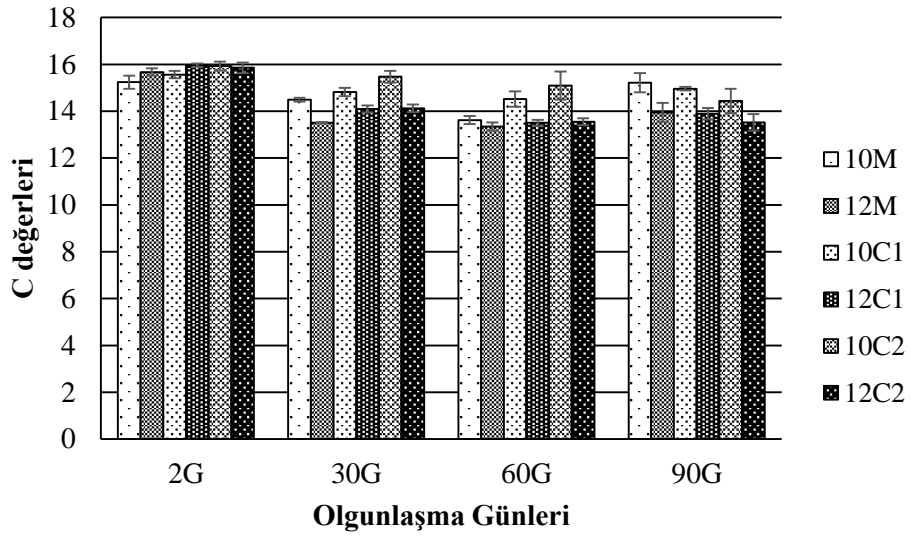
M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimosin peynir mayası. P: Telemeler ve peyniraltı suları arasındaki farklılıkların düzeyleri (* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$, Ö.D: İstatistiksel olarak önemsiz).

WI değeri, en yüksek olgunlaşmanın 30. gününde 12M peynirinde (80.40); en düşük ise olgunlaşmanın 90. gününde 10C2 peynirlerinde (78.64) gözlemlenmiştir (Çizelge 4.28). Olgunlaşma süresi ve enzim çeşitliliği göz ardı edildiğinde, salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde; % 10 tuz içerenlere kıyasla WI, daha yüksek tespit edilmiştir. Tüm peynirlerde salamura tuz konsantrasyonu farklılığı ve olgunlaşma zamanı WI değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir etki yaratmıştır. Enzim çeşitliliği ise salamurada % 10 ve % 12 tuz içeren tüm peynirlerde olgunlaşmanın her kademesinde (% 10 tuz içerenlerde 90. gün hariç; % 12 tuz içerenlerde 2. gün hariç) istatistiksel olarak önemli bir şekilde WI değerini etkilemiştir (Çizelge 4.28). Şekil 3.51’de görüldüğü üzere M peynirlerinde, diğerlerine kıyasla WI daha yüksek belirlenmiştir.



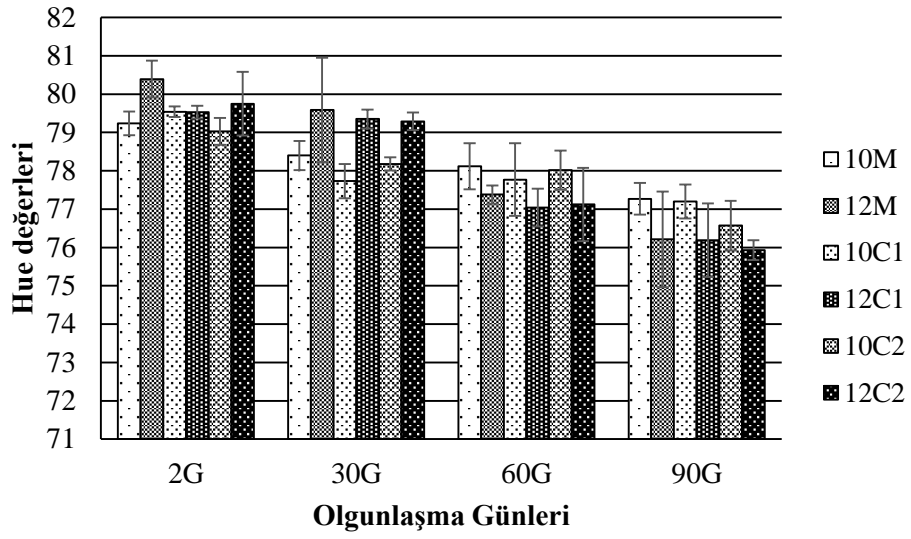
Şekil 3.51. Olgunlaşma süresince peynirlerde WI değerleri

Kroma (C) değerleri, tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda olgunlaşma başına kıyasla azalma göstermiştir. En yüksek C değeri (15.96) 12C1 peynirinde olgunlaşmanın 2. gününde iken; en düşük değer (13.50) ise yine aynı peynirde olgunlaşmanın 60. gününde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ve enzim çeşitliliği göz ardı edildiğinde WI değerinin aksine, salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde, % 12 tuz içerenlere kıyasla C değerleri biraz daha yüksek tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi tüm peynirlerin C değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık yaratmıştır. Salamura tuz konsantrasyonu ise olgunlaşmanın tüm dönemlerinde C1 peynirinin C değerlerini önemli düzeyde etkilerken; M peynirinde olgunlaşmanın 30. ve 90. gününde ve C2 peynirinde olgunlaşmanın 30. ve 60. gününde önemli bir etki yaratmıştır (Çizelge 4.28). Genel olarak Şekil 3.52’de görüldüğü üzere, tüm peynirlerin C değerleri olgunlaşmanın 2. gününde diğer günlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir.



Şekil 3.52. Olgunlaşma süresince peynirlerde C değerleri

Hue değerleri de C değerlerinde olduğu gibi tüm peynirlerde olgunlaşmanın sonunda başına kıyasla azalma göstermiştir (Şekil 3.53). Peynirler arasında en yüksek Hue değeri (80.39) olgunlaşmanın 2. gününde 12M peynirinde belirlenirken; en düşük Hue değeri (75.93) olgunlaşmanın 90. gününde 12C2 peynirinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi tüm peynirlerin Hue değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Salamurada % 12 tuz içeren peynirler arasında ise Hue değerlerinde önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. Salamurada % 10 tuz içeren peynirler arasında da olgunlaşmanın 2. ve 30. günlerinde Hue değerleri önemli ($p < 0.05$) farklılık göstermiştir. Şekil 3.53'te görüldüğü üzere salamura tuz konsantrasyonunun artması Hue değerlerinde artırıcı yönde bir etki yaratmıştır.



Şekil 3.53. Olgunlaşma süresince peynirlerde Hue değerleri

Çalışmamızda elde edilen renk değerleri, daha önce Feta peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada belirlenen sonuçlarla uyum içerisinde olduğu bulunmuştur (Ramírez-Navas ve Rodríguez de Stouvenel, 2012).

4.8. Duyusal Nitelikler

Peynirler termize süttten üretildiğinden sağlık riski açısından duysal değerlendirmeler olgunlaşmanın 30. gününden itibaren yapılmıştır. Duyusal değerlendirmeyi 10 kişilik panelist grubu olgunlaşmanın 30, 60 ve 90. günlerinde gerçekleştirmiştir.

Salamuralarda % 2'lik tuz konsantrasyonu farklılığı, peynirlerin tuzluluk puanları üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Benzer şekilde tat ve koku puanları da ne olgunlaşma süresinden ne salamura tuz konsantrasyonundan ne de pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden etkilenmemiştir. Ancak rakamsal olarak en yüksek tat ve koku puanını panelistler 30. günde 12C2 peynirine verirken; en düşük tat ve koku puanı ise yine aynı peynirin 60. gününde gözlemlenmiştir. Peynirlerde sertlik değerleri ise istatistiksel olarak önemli olmamasına rağmen panelistler, salamurada % 12 tuz içeren peynirlere biraz daha yüksek sertlik puanı vermişlerdir. Söz konusu durum, enstrümental yöntemle gerçekleştirilen sertlik değerleriyle uyum içerisinde olmuştur.

Çizelge 4.28. Olgunlaşma süresince peynirlerde renk değerleri

Parametreler	Depolama	M			C1			C2				
		10%	12%	p2	10%	12%	p2	10%	12%	p2	p3	p4
WI	2	79.98±0.13 ^{ax}	79.19±0.11 ^c	***	79.69±0.04 ^{ay}	79.09±0.07 ^d	***	79.63±0.09 ^{ay}	79.09±0.15 ^b	**	**	Ö.D.
	30	79.93±0.12 ^{ax}	80.40±0.15 ^{aX}	*	79.44±0.03 ^{by}	79.83±0.12 ^{bY}	**	79.14±0.11 ^{bz}	79.87±0.12 ^{aY}	***	***	**
	60	79.95±0.06 ^{ax}	80.32±0.15 ^{aX}	*	79.05±0.16 ^{cy}	80.15±0.12 ^{aX}	***	78.94±0.04 ^{by}	79.78±0.05 ^{aY}	***	***	**
	90	78.90±0.12 ^b	79.84±0.07 ^{bX}	***	78.64±0.15 ^d	79.35±0.12 ^{cY}	**	78.64±0.28 ^c	79.86±0.07 ^{aX}	**	Ö.D.	***
	p1	***	***		***	***		***	***			
C	2	15.24±0.28 ^{ay}	15.67±0.16 ^a	Ö.D.	15.56±0.16 ^{axy}	15.96±0.08 ^a	*	15.93±0.19 ^{ax}	15.85±0.22 ^a	Ö.D.	*	Ö.D.
	30	14.49±0.08 ^{by}	13.51±0.03 ^{bcY}	***	14.82±0.18 ^{bcy}	14.09±0.15 ^{bX}	**	15.47±0.25 ^{abx}	14.12±0.16 ^{bX}	**	**	**
	60	13.62±0.17 ^{cy}	13.34±0.18 ^c	Ö.D.	14.52±0.33 ^{cx}	13.50±0.13 ^c	**	15.09±0.60 ^{bcx}	13.55±0.15 ^c	*	*	Ö.D.
	90	15.21±0.41 ^a	13.94±0.41 ^b	*	14.96±0.07 ^b	13.89±0.24 ^b	**	14.43±0.52 ^c	13.52±0.35 ^c	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	***	***		**	***		*	***			
Hue	2	79.24±0.31 ^{axy}	80.39±0.48 ^a	**	79.54±0.14 ^{ax}	79.53±0.17 ^a	Ö.D.	79.03±0.35 ^{ay}	79.75±0.83 ^a	Ö.D.	*	Ö.D.
	30	78.40±0.38 ^{bx}	79.59±1.36 ^a	Ö.D.	77.73±0.45 ^{by}	79.35±0.25 ^a	***	78.18±0.17 ^{bxy}	79.29±0.23 ^a	***	*	Ö.D.
	60	78.12±0.60 ^b	77.38±0.24 ^b	*	77.77±0.95 ^b	77.04±0.49 ^b	Ö.D.	78.02±0.51 ^b	77.12±0.96 ^b	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	77.27±0.41 ^c	76.21±1.25 ^b	Ö.D.	77.20±0.44 ^b	76.19±0.96 ^c	Ö.D.	76.57±0.65 ^c	75.93±0.26 ^c	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	***	***		***	***		***	***			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimozen peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

Peynirlerin elastikiyet puanları ise sertlik puanlamasında olduğu gibi salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde, salamurada % 10 tuz içeren peynirlere göre rakamsal olarak daha yüksek olmuş; ancak 90. gün C1 peyniri hariç diğerlerinde önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Elastikiyet puanları depolama süresince düzenli bir eğilim göstermemiştir. Bu durum salamuradan peynire tuz geçişi, peynirden ise çözünür bileşenlerin salamuraya geçişi ile ilgili olabilir.

Peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları, olgunlaşmanın 3 kademesinde de 12M peyniri hariç benzer olmuştur. Bunun yanı sıra peynir üretiminde uygulanan parametreler yani salamura tuz konsantrasyonu, pıhtılaştırıcı enzim çeşitliliği genel kabul edilebilirlik üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Ancak rakamsal olarak en yüksek kabul edilebilirlik puanı 60. günde 12M peynirinde gözlemlenirken; en düşük puan 90. günde 12C1 peynirinde elde edilmiştir (Çizelge 4.29).

Genel olarak tüm duyuşsal parametreler açısından peynirler maksimum '7' puan üzerinden '5'-'6' arasında puanlar almışlardır. Bu durum ise peynirlerin 'iyi' bir kalite özelliği gösterdiğini ve olgunlaşmanın hiçbir döneminde hiçbir peynirin duyuşsal nitelik açısından 'çok kötü' ve 'kabul edilemez' olmadığını göstermiştir.

Çizelge 4.29. Olgunlaşma süresince peynirlerde duyuşal nitelikler

Duyuşal Nitelikler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
Renk	30	5.60±0.97 ^X	5.60±0.14 ^{bX}	Ö.D.	5.56±0.73	5.89±0.93 ^{XY}	Ö.D.	5.56±0.53 ^b	6.22±0.67 ^X	*	Ö.D.	*
	60	5.80±1.03	5.75±0.21 ^b	Ö.D.	6.11±0.78	5.80±0.92	Ö.D.	6.33±0.50 ^a	6.10±0.88	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	6.00±0.67	6.38±0.04 ^a	Ö.D.	5.90±0.74	5.90±0.74	Ö.D.	6.22±0.44 ^a	6.10±0.57	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	*		Ö.D.	Ö.D.		**	Ö.D.			
Görünüş	30	5.50±0.97	4.60±0.57 ^Y	Ö.D.	5.50±1.08	5.89±0.93 ^X	Ö.D.	5.33±1.00	6.00±0.87 ^X	Ö.D.	Ö.D.	*
	60	5.90±1.20	5.30±0.99	Ö.D.	6.11±0.93	5.90±1.20	Ö.D.	5.10±1.66	5.44±0.88	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.85±0.67	5.65±0.71 ^Y	Ö.D.	6.11±0.78	6.28±0.44 ^X	Ö.D.	5.78±0.67	6.28±0.67 ^X	Ö.D.	Ö.D.	*
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Sıklık	30	5.05±1.07	6.10±0.14	Ö.D.	5.33±1.50	6.11±0.78	Ö.D.	5.11±0.78	5.78±1.09	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	5.60±0.70	6.15±0.14	Ö.D.	4.80±1.14	5.35±1.20	Ö.D.	4.78±0.67	5.35±0.88	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.40±0.84 ^X	6.43±0.39 ^X	**	4.30±0.82 ^Y	6.17±0.61 ^{XY}	***	5.33±0.71 ^X	5.70±0.48 ^Y	Ö.D.	**	*
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Elastiklik	30	5.00±1.33	5.65±0.21	Ö.D.	5.10±1.52	6.10±0.99 ^a	Ö.D.	4.20±1.14	5.78±1.09	**	Ö.D.	Ö.D.
	60	4.80±0.92	5.65±0.14	Ö.D.	4.50±1.08	5.00±0.67 ^b	Ö.D.	4.78±0.97	5.10±0.74	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.10±1.37	6.03±0.04	Ö.D.	4.55±1.01	5.60±0.70 ^{ab}	*	5.11±0.78	5.39±0.99	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	*		Ö.D.	Ö.D.			
Sertlik	30	5.80±0.92	6.30±0.28	Ö.D.	5.33±1.41	5.90±1.20	Ö.D.	4.70±1.34	5.89±1.27	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	4.80±1.03	5.80±0.42	*	4.56±0.73	5.11±1.05	Ö.D.	4.11±1.05	4.80±1.23	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.20±0.79	6.10±0.71	Ö.D.	4.60±0.52	5.90±0.57	***	4.90±0.74	5.83±0.79	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Yapı	30	5.10±0.57 ^b	4.85±0.49	Ö.D.	5.60±0.52 ^b	5.00±0.82	Ö.D.	5.20±1.32	5.33±1.00	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	6.20±0.63 ^a	5.28±0.11	Ö.D.	6.40±0.70 ^a	5.80±1.03	Ö.D.	6.20±0.92	6.00±1.32	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.70±0.67 ^a	4.65±0.28	Ö.D.	6.25±0.42 ^a	4.90±0.99	***	5.72±0.67	5.35±0.94	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	**	Ö.D.		**	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimoşin peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturuğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturuğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturuğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturuğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

Çizelge 4.29. (Devam) Olgunlaşma süresince peynirlerde duyuşal nitelikler

Duyuşal Nitelikler	Depolama	M			C1			C2				
		% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	% 10	% 12	p2	p3	p4
İç Yapışkanlık	30	4.40±1.07	3.40±0.42	Ö.D.	5.00±0.63 ^b	4.63±0.74	Ö.D.	5.00±1.12	4.44±1.24	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	4.67±1.00	3.73±0.53	Ö.D.	5.25±0.71 ^b	5.29±0.95	Ö.D.	5.00±1.50	5.38±0.92	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.10±0.99 ^Y	4.03±0.18 ^Y	**	6.06±0.17 ^{aX}	4.38±0.52 ^{XY}	***	5.80±0.42 ^X	5.05±0.83 ^X	*	**	**
	p1	Ö.D.	Ö.D.		**	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Dış Yapışkanlık	30	4.56±1.13	3.50±0.28	Ö.D.	5.14±0.69 ^b	4.50±0.93	Ö.D.	5.11±1.27	5.13±0.99	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	4.67±1.00	3.60±0.92	Ö.D.	5.29±0.76 ^b	4.71±1.50	Ö.D.	5.38±0.74	5.25±0.89	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.05±1.12 ^Y	4.15±0.21 ^Y	*	5.94±0.39 ^{aX}	3.78±0.67 ^Y	***	5.80±0.42 ^X	5.17±0.79 ^X	*	*	***
	p1	Ö.D.	Ö.D.		*	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Tat-Koku	30	5.80±0.92	5.85±0.21	Ö.D.	5.90±0.57	6.00±0.71	Ö.D.	6.11±0.60	6.39±0.49	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	6.40±0.52	6.28±0.32	Ö.D.	6.40±0.70	6.30±0.95	Ö.D.	6.00±0.87	5.80±1.32	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.70±1.06	6.05±0.28	Ö.D.	5.30±1.49	5.55±0.76	Ö.D.	5.80±1.14	5.22±0.97	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			
Tuzluluk	30	5.70±0.82	5.88±0.11	Ö.D.	5.60±0.97	6.30±0.67	Ö.D.	6.00±0.71 ^a	6.30±0.67	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	5.00±0.67	5.78±0.60	Ö.D.	5.44±0.53	6.20±0.79	*	5.67±0.71 ^{ab}	5.89±0.78	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.55±1.01	5.65±0.64	Ö.D.	5.65±0.75	5.95±0.76	Ö.D.	5.00±0.94 ^b	6.11±0.33	**	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		*	Ö.D.			
Genel Kabuledilebilirlik	30	5.40±0.70	4.90±0.28 ^b	Ö.D.	5.40±0.84	5.17±0.87	Ö.D.	5.22±0.83	5.61±0.93	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	60	5.40±0.84	5.65±0.00 ^a	Ö.D.	5.40±0.84	5.05±0.83	Ö.D.	5.35±0.82	5.10±0.99	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	90	5.40±0.88	5.55±0.14 ^a	Ö.D.	5.45±0.98	4.80±0.67	Ö.D.	5.25±0.89	5.05±0.93	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
	p1	Ö.D.	*		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.			

M: Mikrobiyal fermente peynir mayası, C1: % 100 doğal buzağı şirdeni olan peynir mayası, C2: Rekombinant fermente kimoşin peynir mayası. p1: Depolamanın peynirler üzerinde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p2: Tuz konsantrasyonlarının peynirlerde oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p3: Salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri, p4: Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerde enzimlerin oluşturduğu farklılıkların düzeyleri. (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Ö.D.: İstatistiksel olarak önemsiz).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda 3 farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen; iki farklı tuz konsantrasyonlu (% 10, % 12) salamurada 90 gün olgunlaştırılan Beyaz peynirlerde tekstürel ve mikroyapısal niteliklerin yanında bu nitelikleri de etkileyen kimyasal, biyokimyasal ve fiziksel kalite parametreleri olgunlaşmanın 30. gününde belirgin bir biçimde farklılık göstermiştir.

Kimyasal nitelikler bakımından peynirler değerlendirildiğinde, tüm peynir örneklerinde hem olgunlaşma süresi hem de salamura tuz konsantrasyonu peynirlerin kurumadde içeriklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Olgunlaşma sırasında her üç enzimle üretilen peynirlerde kurumadde içeriklerinde bir azalma gözlemlenmiştir. Ancak en fazla azalmayı % 10 tuz içeren salamurada olgunlaştırılan peynirler göstermiştir. Tuz içeriğinde % 2'lik bir artış peynir kitlesinden salamuraya kurumadde geçişini olgunlaşmanın ilerlemesiyle azaltıcı yönde bir rol oynamıştır.

Suda çözünen azotun toplam azot içerisindeki oranları ise hem olgunlaşma süresinden hem pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden hem de salamura tuz konsantrasyonu farklılığından önemli düzeyde etkilenmiştir. En yüksek olgunlaşma indeksi değerini (% 17) 10C1 peyniri göstermiştir. Salamura tuz konsantrasyonunda artma peynirlerde olgunlaşma indeksini azaltıcı yönde bir etki yaratmıştır. Peynirler arasında olgunlaşma indeksi bakımından olgunlaşmanın sonunda en belirgin artışları 10M ve 10C1 peyniri göstermiştir.

Enzim çeşitliliği peynirlerde rutubette tuz içerikleri üzerine de belirgin bir etki yaratmamıştır. Salamurada % 12 tuz içeren peynirlerin salamurada % 10 tuz içeren peynirlere kıyasla rutubette tuz içerikleri daha yüksek belirlenmiştir.

Sütün başlıca karbonhidratı olan laktoz, düşük rutubet içeren peynirlerde yüksek rutubet içeren peynirlere kıyasla daha az oranda belirlenmiştir. Ancak olgunlaşma sırasında özellikle salamurada % 10 tuz içeren peynirlerde kurumadde içeriği 2. güne kıyasla azalmış; peynirler de peyniraltı suyundan oluşan salamuralarda bekletildiğinden laktoz içerikleri kurumaddeyi oluşturan diğer bileşenlerin aksine önemli düzeyde artma eğilimi göstermiştir. Laktoz artmasına rağmen glikoz yalnızca olgunlaşmanın 2. gününde tespit edilmiş; galaktoz ise depolama sırasında bir azalma eğilimi göstermiştir. Fakat bu eğilim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Peynirlerin pH değerleri de olgunlaşma sırasında bir azalma eğilimi göstermiş; ancak istatistiksel olarak önemli çıkılmamıştır. En dşuk pH değerleri mikrobiyal rennetle üretilen M peynirlerinde gözlemlenmiştir. Benzer şekilde titrasyon asitliği değerleri de en yüksek yine M peynirlerinde tespit edilmiştir. Ancak M peynirleri ve 10C1 peynirinin titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 30. gününde hafif bir azalma eğilimi göstermiş olup; bunlarla birlikte tüm peynirlerin titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın sonuna kadar artmıştır. Peynirlerde titrasyon asitliği değerleri 48.14 °SH ve 64.98 °SH aralığında tespit edilmiştir.

Organik asitler açısından ise tüm peynirlerde laktik asit diğer organik asitlere kıyasla yüksek oranda belirlenmiş ve peynirlerde en baskın organik asit olmuştur. Laktik asit peynirlerde 3990 mg/kg-9745 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Peynirler arasında ortalama en yüksek laktik asit içeriğini M peyniri göstermiştir. Organik asitler arasında 2. en yüksek konsantrasyonda bulunan organik asit sitrik asit olmuştur. Söz konusu asit peynirlerde olgunlaşma sırasında bir artma eğilimi göstermiştir. Peynirlerde 3. en yüksek konsantrasyonda bulunan organik asit ise propiyonik asit olmuştur. Anılan asit M peynirinde diğer peynirlere kıyasla belirgin bir şekilde yüksek tespit edilmiştir. Propiyonik asit gibi asetik asit, okzalik asit, pürivik asit ve orotik asit de M peynirinde diğerlerine kıyasla daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Bu asitlerin yanı sıra formik asit, süksinik asit ve azot içeren ürik ve hippürik asitler de peynirlerde tespit edilmiştir.

Beyaz peynirlerde depolama sırasında 18 serbest amino asit belirlenmiştir. Her  peynirde de glutamik asit (Glu), prolin (Pro), metiyonin (Met), fenilalanin (Phe), lisin (Lys), triptofan (Trp) en fazla belirlenen amino asitler olmuştur. Salamura tuz konsantrasyonu göz ardı edildiğinde M peynirinde Pro, Glu, Trp ve Lys; C1 peynirinde Phe ve C2 peynirinde ise Ile, Cys, His, Ser diğer amino asitlere kıyasla en fazla belirlenmiştir. Başlıca amino asitlerden Trp amino asiti M peynirinde diğer peynirlere kıyasla çok yüksek düzeyde belirlenmiş ve olgunlaşmanın sonunda olgunlaşmanın başına kıyasla yaklaşık 7 kat artmıştır. Peynir retiminde kullanılan sütle kıyaslandığında Beyaz peynirlerde toplam amino asitlerde en fazla artış peynir üretimi sırasında gerçekleşmiştir.

Peynirlerde olgunlaşma sırasında toplamda 31 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Uçucu bileşenlerin başlıcalarını asitler, ketonlar, alkoller, esterler, hidrokarbonlar ve aldehitler oluşturmaktadır. Olgunlaşma zamanlarını göz ardı ettiğimizde, asitler, ketonlar ve alkoller 10M, 10C1 ve 10C2 peynirlerinde sırasıyla % 44-% 44-% 50, % 25-% 23-%

22 ve % 13-% 17-% 14 iken; 12M, 12C1 ve 12C2 peynirlerinde ise % 56-% 54-% 49, % 18-% 15-% 16 ve % 15-% 16-% 12 oranlarında tespit edilmiştir. Diğer uçucu grupları ise peynirlerde % 10'un altında kalmıştır. En fazla oranda belirlenen uçucu grubu asitlerden de oktanoik asit tüm peynirlerde en yüksek oranda olup; onu heksanoik asit, dekanıik asit, bütanoik asit ve asetik asit izlemiştir. Lipoliz sonucu oluşan yağ asitleri Beyaz peynir uçucu profilinde en önemli paya sahip olmuştur. Çalışmamızda bildiğimiz kadarıyla azot içeren asetik asit olan siyano asetik asit ilk kez tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi de uçucu bileşen gruplarından ketonlar üzerine daha belirgin bir etki yaratmış olup; tüm peynirlerde keton uçucu grubu olgunlaşmanın sonunda önemli düzeyde artmıştır.

Jel ve telemelerin mikroyapısına bakıldığında, M'nin gerek jeli gerek ise telemesinde daha kaba ve yoğun (kompakt) bir yapı gözlemlenmiştir. Peynirler arasında en zayıf protein ağını 10C1 peyniri göstermiştir. Peynirlerde protein ağı hem pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden hem de salamura tuz konsantrasyonundan belirgin bir şekilde etkilenmiştir. Salamura tuz konsantrasyonunda artış olgunlaşmanın bazı dönemlerinde daha kaba ve sıkı bir protein ağına neden olmuştur. Protein ağındaki kopmaların, derinliklerin artması ve daha zayıf bir ağ yapısı peynirler arasında olgunlaşmanın 30. ve 60 gününde 10C1 peynirinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın 60. gününde 12M peyniri çok sıkı ancak kaba bir protein ağ yapısı sergilemiştir. Tüm peynirler arasında peynir protein ağ yapısını oluşturan unsurlarda açılmalar, yüksek konsantrasyonda tuz içeren peynirlerde daha belirgin gibi gözükmektedir.

Tekstürel parametreler açısından ise M telemesi en yüksek sertlik değerini gösterirken, en düşük sertlik değeri C1 telemesinden elde edilmiştir. Telemelerde olduğu gibi peynirlerde de sertlik değerleri hem kullanılan pıhtılaştırıcı enzim çeşidinden, hem olgunlaşma süresinden hem de salamura tuz konsantrasyonundan önemli düzeyde etkilenmiştir. En yüksek sertlik değerleri % 12 tuz içeren salamurada olgunlaştırılan peynirlerde gözlemlenmiştir. Salamura tuz içeriği farklılığı göz ardı edildiğinde, mikrobiyal fermente rennetle üretilen M peyniri olgunlaşma süresince C1 ve C2 peynirlerine kıyasla daha yüksek sertlik değeri göstermiştir. Anılan peynir sakızimsılık ve çiğnenebilirlik nitelikleri açısından da daha yüksek değerler ortaya koymuştur.

Duyusal nitelikler açısından peynirler, 'iyi' ile 'mükemmel' arasında puanlar almıştır. Renk değerleri hariç peynirlerde duyusal değerlendirmeler ile enstrümental

değerlendirmeler paralellik göstermiştir. Dolayısıyla duyuşal değerlendirmeler ile objektif enstrümental değerlendirmelerin birlikte yürütülmesi önerilmektedir.

Sonuçta mikrobiyal fermente rennetin kullanıldığı peynirler, % 85 kimoşin ve % 15 pepsin içeren buzağı renneti ve % 100 kimoşin içeren fermente peynir mayası ile üretilen peynirlerle kıyaslandığında kimyasal, biyokimyasal, mikroyapısal ve tekstürel açıdan belirgin farklılıklar yaratmıştır. Duyusal değerlendirmelerde ise ne salamuranın tuz içeriğindeki artış ne de pıhtılaştırıcı enzim çeşitliliği peynirlerin kabul edilebilirliğinde istatistiksel olarak önemli bir etki göstermemiştir. Olgunlaşma süresi göz ardı edildiğinde en düşük kurumadde (% 48) 10C1 ve 10C2; kurumadede yağ (% 53) 12M; olgunlaşma indeksi (% 6) yine 12M; rutubette tuz içeriği (% 9) 10C1 ve 10C2; laktoz (% 0.9) 12C2; titrasyon asitliği (54 °SH) 10C1; toplam organik asit içeriği (8103 mg/kg) 10C1; toplam serbest amino asit (758 mg/kg) 10C1; uçucu karboksilik asitler (% 44) 10C1 ve 10M; ketonlar (% 15) 12C1; sertlik (8.18 N), sakızimsılık (6.35 N) ve çiğnenebilirlik (6.21 Nmm) 10C1 peynirlerinde belirlenmiştir. Anılan nitelikler sırasıyla en yüksek olarak 12M (% 54); 12C1 (% 56); 10C1 (% 11); 12M ve 12C1 (% 11.5); 10C1 (% 1.08); 12M (57 °SH); yine 12M (9092 mg/kg); 10M (890 mg/kg); 12M (% 56); 10M (% 25) ve 12M (23.34 N), (18.91 N), (18.90 Nmm) peynirlerinde belirlenmiştir. Özellikle kurumadde, tekstür ve olgunlaşma indeksi açısından bu farklılıklara rağmen peynirlerin genel kabul edilebilirliği panelistlerce farklı olarak değerlendirilmemiştir.

Dolayısıyla Beyaz peynir üretiminde pıhtılaştırıcı enzim olarak mikrobiyal orijinli fermente peynir mayaları, % 85 kimoşin ve % 15 pepsin içeren buzağı rennetine kimyasal, biyokimyasal, tekstürel parametreler, mikroyapı ve duyuşal nitelikler açısından günümüzde bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Ancak randıman az da olsa buzağı rennetiyle üretilen peynirlerde fazla olduğundan pıhtılaştırıcı olarak buzağı renneti kullanımının devam edeceği gözükmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharv. Biol. Technol.**, 15: 207-225.
- Ahmed, N.H., El Soda, M., Hassan, A.M. ve Frank, J., 2005. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. **LWT**, 38, 843-847.
- Akalin, A:S., Gönc, S. ve Akbaş Y., 2002. Variation in Organic Acids Content during Ripening of Pickled White Cheese. **J. Dairy Sci.**, 85,1670-1676.
- Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C. ve Yıldız, M. A. 2003. Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. **Food Chem.**, 80, 77-83.
- Akkerman, M., Kristensen, L.S., Jespersen, L., Ryssel, M.B., Alan Mackie, A., Larsen, N.N., Andersen, U., Nørgaard, M.K., Løkke, M.M., Møller, J.B., Mielby, L.A., Andersen, B.V., Kidmose, U. Ve Hammershøj, M., 2017. Interaction between sodium chloride and texture in semi-hard Danish cheese as affected by brining time, DL-starter culture, chymosin type and cheese ripening. **International Dairy Journal**, 70, 34-45.
- Alichanidis, E., Anifantakis, E. M., Polychroniadou, A., & Nanou, M. (1984). Suitability of some microbial coagulants for Feta cheese manufacture. **Journal of Dairy Research**, 51(1): 141-147.
- Alihanoglu, S., Ektiren, D., Çakır, Ç.A., Vardin, H., Karaaslan, A. ve Karaaslan, M., 2018. Effect of *Oryctolagus cuniculus* (rabbit) rennet on the texture, rheology, and sensory properties of white cheese. **Food Sci. Nutr.**, 6, 1100-1108.
- Almanza-Rubio, J. L., Gutiérrez-Méndez, N., Leal-Ramos, M. Y., Sepulveda, D. ve Salmeron, I., 2016. Modification of the textural and rheological properties of cream cheese using thermosonicated milk. **Journal of Food Engineering**, 168, 223-230.
- Anastasi, G., Antonelli, M.L., Biondi, A. ve Vinci G., 2000. Orotic acid: a milk constituent Enzymatic determination by means of a new microcalorimetric method. **Talanta**, 52, 947-952.
- Angelovicova, M. ve Angelovicova, M., 2013. Textural properties of selected Slovak cow and sheep products measured by texturometer. **Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences**, 7, 156-163.
- Arısoy, Z., ve Öner Z., 2019. Ultrafiltrasyon tekniği ile üretilen beyaz peynirlerin fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin etkisi. **Kırklareli University Journal of Engineering and Science**, 5 (1), 68-86.
- Aydemir, O., 2018. Proteolysis and lipolysis of white-brined (Beyaz) cheese during storage: Effect of milk pasteurization temperature. **J. Food Process Preserv.**, e13612, 1-6.
- Ayyash, M.M., Sherkat, F., Francis, P. Williams R. P. W. ve Shah, N. P., 2011. The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. **J. Dairy Sci.**, 94, 37-42.
- Azarnia,S., Ehsani, M.R. and Mirhadi, S.A., 1997. Evaluation of the Physico-Chemical Characteristics of the Curd During the Ripening of Iranian Brine Cheese. **International Dairy Journal** 7, 413-478.

- Baş, D., Kendirci, P., Salum, P., Govce, G. ve Erbay Z., 2019. Production of enzyme-modified cheese (EMC) with ripened white cheese flavour: I- Effects of proteolytic enzymes and determination of their appropriate combination. **Food and Bioproducts Processing**, 117, 287-301.
- Başığit Kılıç, G., Kuleaşan H., Eralp, İ. Ve Karahan, A., 2009. Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. **LWT- Food Science and Technology**, 42 (5): 1003-1008.
- Bekele, B., Hansen, E.B., Eshetu, M., Ipsen, R. ve Hailu, Y., 2019. Effect of starter cultures on properties of soft white cheese made from camel (*Camelus dromedarius*) milk. **J Dairy Sci.**, 102 (2): 1108-1115.
- Belenguer, A., Yanez, D., Balcells, J., Ozdemir Baber, N.H. ve Gonzalez Ronquillo, M., 2002. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science** 77, 127-135.
- Bintsis, T. ve Robinson, R.K. 2004. A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. **Food Chemistry**, 88, 435-441.
- Blaschek, K.M., Wendorff, W.L. and Rankin, S.A., 2007. Survey of Salty and Sweet Whey Composition from Various Cheese Plants in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, 90 (4).
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., Trout, G. M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Butz, P., Hofmann, C. ve Tauscher, B., 2005. Recent Developments in Noninvasive Techniques for Fresh Fruit and Vegetable Internal Quality Analysis. **Journal of Food Science**, 70 (9): 131-141.
- Calasso, M., Mancini, L., De Angelis, M., Conte, A., Costa, C., Del Nobile, M.A., ve Gobetti, M., 2017. Multiple microbial cell-free extracts improve the microbiological, biochemical and sensory features of ewes' milk cheese. **Food Microbiology**, 66, 129-140.
- Carpio, A., Bonilla-Valverde, D., Arce, C., Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Arce, L. ve Valcárce M., 2013. Evaluation of hippuric acid content in goat milk as a marker of feeding regimen. **J. Dairy Sci.**, 96, 5426-5434.
- Centeno, C. A., Fernandez-Garcia, E., Gaya, P., Tomillo, J., Medina, M., Nunez, M., 2004. Volatile compounds in cheeses made from raw ewes' milk ripened with a lactic culture. **Journal of Dairy Research**, 71, 380-384.
- Chamba, J. F. ve Perreard, E., 2002. Contribution of propionibacteria to lypolysis of Emmental cheese. **Lait**, 82, 33-44.
- Chen, J. and Rosenthal, A., 2015. *Novel Ingredients and Processing Techniques*. (J. Chen and A. Rosenthal Editör). **In: Modifying Food Texture**. Woodhead Publishing, UK.
- Chevanan, N., Muthukumarappan, K., Upreti, P., Metzger, L. E., 2006. Effect of calcium and phosphorous, residual lactose and salt to moisture ration on textural properties of Cheddar cheese during ripening. **Journal of Texture Studies**, 37, 711-730.
- Cinbas, T. ve Kilic, M., 2006. Proteolysis and lipolysis in White cheeses manufactured by two different production methods. **International Journal of Food Science and Technology**, 41, 530-537.
- Çakmakçı, S., Cantürk, A. ve Çakır, Y., 2017. Peynir Üretimi İçin Sütü Pıhtılaştırıcı Enzimlere Genel Bir Bakış ve Güncel Gelişmeler. **Akademik Gıda**, 15(4): 396-408.

- Dağdemir, E., Çelik, S. and Özdemir, S., 2003. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White cheese. **International Journal of Dairy Technology**, 56 (4).
- Delgado, F. J., Gonzalez-Crespo, J., Cava, R., Garcia-Parra, J., Ramirez, R., 2010. Characterisation by SPME-GC-MS of the volatile profile of a Spanish softcheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. **Food Chemistry**, 118, 182-189.
- Demiral, E., 2014. Ekzopolisakkarit Oluşturan Kültürlerle Üretilen Yağlı ve Düşük Yağlı Beyaz Peynirin Tekstür, Mikroyapı ve Diğer Özelliklerinin Tespiti. **Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi**, sayfa 144.
- Di Cagno, R., Banks, J., Sheehan, L., Fox, P. F., Brechany, E. Y., Corsetti, A., Gobbetti, B., 2003. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of threelitalian PDO ewes' milk cheeses. **International Dairy Journal**, 13, 961-972.
- EC. (2005). Commission regulation (EC) No 2074/2005. Official Journal of the European Union, (22.12.2005), L338/27-59.
- Ercan, D., Korel, F., Karagül-Yüceer Y. Ve Kınık Ö., 2011. Physicochemical, textural, volatile, and sensory profiles of traditional Sepet cheese. **J. Dairy Sci.**, 94, 4300-4312.
- Erdem, Y.K., 2005. Effect of ultrafiltration, fat reduction and salting on textural properties of white brined cheese. **Journal of Food Engineering**, 71, 366-372.
- Estrada, O., Ariño, A. ve Juan, T., 2019. Salt Distribution in Raw Sheep Milk Cheese during Ripening and the Effect on Proteolysis and Lipolysis. **Foods**, 8, 100, 1-14.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M. ve McSweeney, P.L.H., 2017. **Fundamentals of Cheese Science**. Springer New York, 2017.
- Freitas, C., Fresno, J.M., Prieto, B., France, I., Malcata, F.X., ve Carballo, J., 1998. Influence of milk source and ripening time on free amino acid profile of Picmte cheese. **Food Control**, 9 (4): 187-194.
- Gallardo-Escamilla, F.J., Kelly, A.L. and Delahunty. C.M., 2005. Sensory Characteristics and Related Volatile Flavor Compound Profiles of Different Types of Whey. **J. Dairy Sci**, 88, 2689-2699.
- Gallois, A. ve Langlois, D., 1990. New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. **Le Lait**, 70, 89-106.
- Georgescu, M., Raita, S.M. ve Tăpăloagă, D., 2019. Total nitrogen, water-soluble nitrogen and free amino acids profile during ripening of soft cheese enriched with *Nigella sativa* seed oil. **The EuroBiotech Journal**, 3 (2): 90-96.
- Guinee, T.P., Feeney, E. P., Auty, M. A. E., Fox, P. F., 2002. Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, 85, 1655-1669.
- Guinee, T.P., 2004. Salting and the role of salt in cheese. **International Journal of Dairy Technology**, Vol 57, 99-109.
- Gummalla, S. ve Broadbent, J.R., 1999. Tryptophan Catabolism by *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus helveticus* Cheese Flavor Adjuncts. **J. Dairy Sci.**, 82, 2070-2077.

- Güler, Z. ve Tümer, U., 2004. Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste- odour) of traditional Turkish white cheese. **International Journal of Dairy Technology**, 57 (4): 237-242.
- Güler, Z., 2013. Organic acid and carbohydrate changes in carrot and wheat bran fortified set-type yoghurts at the end of refrigerated storage. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, 1 (1): 1-6.
- Güler, Z., 2014. Profiles of organic acid and volatile compounds in acid-type cheeses containing herbs and spices (Surk cheese). **International Journal of Food Properties**, 17 (6): 1379-1392.
- Güler, Z., Keskin, M., Dursun, A., Gül, S., Gündüz, Z. ve Öner S.E, 2018. Effects of Waiting Period before Milking on Orotic, Uric and Hippuric Acid Contents of Milks from Shami and Kilis Goats. **Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences**, 24, 170-178.
- Hassan, A.N. Frank, J.F. ve Corredig, M., 2002. Microstructure of Feta Cheese Made Using Different Cultures as Determined by Confocal Scanning Laser Microscopy. **Journal of Food Science**, 67 (7): 2750-2753.
- 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.
- Hayaloğlu, A.A., Guven, M., ve Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese ‘Beyaz Peynir’ **International Dairy Journal**, 12, 635-648.
- Hayaloğlu, A.A, Guven, M., , Fox, P.F., Hannon, , J.A. ve McSweeney, P.L.H., 2004. Proteolysis in Turkish White-brined cheese made with defined strains of Lactococcus. **International Dairy Journal**, 14, 599-610.
- Hayaloğlu, A.A., Guven, M., Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H., 2005. Influence of Starters on Chemical, Biochemical, and Sensory Changes in Turkish White-Brined Cheese During Ripening. **Journal of Dairy Science**. 88, 3460-3474.
- Hayaloğlu, A. A., Cakmakci, S., Brechany, E. Y., Deegan, K. C., McSweeney, P. L. H., 2007. Microbiology, Biochemistry, and Volatile Composition of Tulum Cheese Ripened in Goat’s Skin or Plastic Bags. **Journal of Dairy Science**, 90, 1102-1121.
- Hayaloğlu, A.A., Karatekin, B. ve Gürkan, H. 2014. Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties. **International Dairy Journal**, 38, 136-144.
- Holland, R., Liu, S., Crow, V., Delabre, M., Lubbers , M., Bennett, M. ve Norris, G., 2005. Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour: Milk fat hydrolysis, alcoholysis and esterification. **International Dairy Journal**, 15 (6-9): 711-718.
- IDF, 1993. Milk, Determination of Nitrogen Content, FIL-IDF 20B, Brussels: **International Dairy Federation**.
- Izco, J.M., Tormo, M. ve Jimenez-Flores, R., 2002. Rapid Simultaneous Determination of Organic Acids, Free Amino Acids, and Lactose in Cheese by Capillary Electrophoresis. **J. Dairy Sci.**, 85, 2122-2129.
- Jacob, M., Jaros, D. ve Rohm, H., 2011. Recent advances in milk clotting enzymes. **International Journal of Dairy Technology**, 64 (1).

- Jooyandeh, H., Goudarzi| M., Rostamabadi H. ve Hojjati., M., 2016. Effect of Persian and almond gums as fat replacers on the physicochemical, rheological, and microstructural attributes of low-fat Iranian White cheese. **Food Sci Nutr.**, 6, 1-10.
- Kamber, U. 2005. **Geleneksel Anadolu Peynirleri**. Miki Matbaacılık San. Tic. A.Ş. Ankara. p 226.
- Kaminarides, S., Litos, I., Massouras, T. ve Georgala, A., 2015. The effect of cooking time on curd composition and textural properties of sheep Halloumi cheese. **Small Ruminant Research**, 125, 106-114.
- Karaca, O.B. ve Güven, M., 2014. Effect of Commercial Lipase and Protease Enzymes from Microbiological Sources on Properties of White Cheese. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, Special Issue: 1, 1080-1084.
- Karaman, A.D., 2007. Yağı Azaltılmış Beyaz Peynir Üretimi Ve Özelliklerine Homojenizasyonun Etkisi. **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Bilim Dalı**, Doktora Tezi, sayfa 222.
- Karaman, A.D., Benli M. ve Akalın, A.S., 2012. Microstructure of industrially produced reduced and low fat Turkish white cheese as influenced by the homogenization of cream. **Grasas y Aceites**, 63 (3): 267-273.
- Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, M.E., Rezaei, K. ve Safari, M., 2008. Microstructural Changes in Fat During the Ripening of Iranian Ultrafiltered Feta Cheese. **J. Dairy Sci.**, 91, 4147-4154.
- Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K. ve Safari, M., 2009. Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-Feta cheese. **Food Chemistry**, 113, 424-434.
- Karlsson, M.A., Langton, M., Innings, F., Wikström, M. ve Lundh, A.S., 2017. Short communication: Variation in the composition and properties of Swedish raw milk for ultra-high-temperature processing. **J. Dairy Sci.**, 100:2582-2590.
- Kaushik, R., Sachdeva, B. ve Arora, S., 2014. Heat stability and thermal properties of calcium fortified milk. **CyTA-Journal of Food**, 13 (2).
- Kaya, S., 2002. Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short-term Brining. **J. of Food Engineering**, 52, 155-159.
- Khosroshahi, A., Madadlou, A., ve Mousavi M. E. ve Djome, Z.E., 2006. Monitoring the Chemical and Textural Changes During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Starter. **J. Dairy Sci**, 89, 3318-3325.
- Kilcast, D., 2010. **Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control**. (D. Kilcast Editör). Woodhead Publishing, 1st edition, 400s, UK.
- Kilcast, D., 2013. **Instrumental Assessment of Food Sensory Quality**. (D. Kilcast Editör). Woodhead Publishing, UK.
- Kindstedt, P.S., Larose, K.L., Gilmore, J.A. ve Davis, L., 1996. Distribution of salt and moisture in Mozzarella cheese with soft surface defect. **J. Dairy Sci.**, 79, 2278-2283.
- Koçak, C., 1988. Peynirde Tekstür Oluşumu, **Gıda Dergisi**, Sayı 1, 13-16.
- Koçak, C., 2015. **Peynir teknolojisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 1625, 180 s., Ankara.
- Kosikowski, F.V. ve Mistry. V.V., 1997. Cheese and Fermented Milk Foods. "In: Microbiological, biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese, Ed. A.A. Hayaloğlu, M.Güven, P.F.Fox", **International Dairy Journal**, 12 (8): 635-648.

- Kristiansen, K.R., Deding, A.S., Jensen, D.F, Ardo, Y. Ve Qvist, K.B., 1999. Influence of salt content on ripening of semi-hard round-eyed cheese of Danbo-type. **Milchwissenschaft**, 54, 19-23.
- Lawrence, R.C., L.K. Creamer, J. Gilles. 1987. Texture Development During Cheese Ripening. **Journal of Dairy Science**, 70, 1748-1760.
- Lobato-Calleros, C., Reyes-Hernández, J., Beristain, C.I., Hornelas-Urbe, Y., Sánchez-García, J.E. ve Vernon-Carter, E.J., 2007. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. **Food Research International**, 40, 529-537.
- Lu, R., Stevenson, C.D., Guck, S.E., Pillsbury, L.A., Ismail, B. ve Hayes, K.D. 2009. Effect of various heat treatments on plasminogen activation in bovine milk during refrigerated storage. **International Journal of Food Science and Technology**, 44, 681-687.
- Luo, J., Pan, T., Guo, H.Y. ve Ren, F.Z., 2013. Effect of calcium in brine on salt diffusion and water distribution of Mozzarella cheese during brining. **J. Dairy Sci.**, 96, 824-831.
- Ma, X., James, B., Zhang, L. ve Emanuelsson-Patterson, E., 2011. Correlating mozzarella cheese properties to production processes by rheological, mechanical and microstructure study: Meltability study and Activation energy. **Procedia-Food Science**, 1, 536-544.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A.ve Mousavi M. E., 2005. Rheology, Microstructure, and Functionality of Low-Fat Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Rennet. **J. Dairy Sci**, 88, 3052-3062.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A.ve Mousavi M. E., Djomeh, Z.E., 2006. Microstructure and Rheological Properties of Iranian White Cheese Coagulated at Various Temperatures. **J. Dairy Sci**, 89, 2359-2364.
- Madadlou, A., Mousavi, M. E., Khosroshahi, A.ve Djomeh, Z.E. ve Zargarani M., 2007a. Effect of cream homogenization on textural characteristics of low-fat Iranian White cheese. **International Dairy Journal**, 17, 547-554.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, M. E. ve Farmani, J., 2007b. The influence of brine concentration on chemical composition and texture of Iranian White cheese. **Journal of Food Engineering**, 81, 330-335.
- Mallatou, H., Pappa, E. and Massouras, T., 2003. Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats' milk. **International Dairy Journal**, 13, 211-219.
- Marek, E.M., 2001. Gas chromatographic determination of cyanoacetic acid and sodium cyanoacetate. **Pharmaceutical Chemistry Journal**, 35 (8): 461-464.
- McClements, J.D., 2007. **Understanding and controlling the microstructure of complex foods**. (D. J. McClements Editor). CRC press, Boca Raton, Boston, 792, New York, Washington, DC.
- McMahon, D. J., Motawee, M.M. ve McManus, W. R., 2009. Influence of brine concentration and temperature on composition, microstructure, and yield of feta cheese. **J. Dairy Sci.**, 92, 4169-4179.
- McMahon, K., Conboy, A., O'Byrne-White, E. ve Thomas, R.J., 2014. Dietary wariness influences the response of foraging birds to competitors. **Animal Behaviour**, 89, 63-69.

- McSweeney, P. ve Sousa, M., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. **Le Lait, INRA Editions**, 80 (3): 293-324.
- McSweeney, P. L. H., 2004. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, 57, 127-144.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D. ve Everett, D.W., 2017. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 4th ed., **Academic Press Inc.**, 1: 6, UK.
- Melilli, C., Barbano, D.M., Licitra, G., Portelli, G., Di Rosa, G. ve Carpino, S., 2003. Influence of the Temperature of Salt Brine on Salt Uptake by Ragusano Cheese. **J. Dairy Sci.**, 86: 2799-2812.
- Moio, L., Dekimpe, J., Etievant, P. ve Addeo, F., 1993. Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. **Journal of Dairy Research**, 60, 199-213.
- Molimard, P. ve Spinnler, H. E., 1996. Compounds Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. **Journal of Dairy Science**, 79, 169-184.
- Moschopoulou, E., 2011. Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. **Small Ruminant Research**, 101, 188-195.
- Moynihan, A.C., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A. ve McSweeney, P.L.H., 2014. Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. **J. Dairy Sci.**, 97, 85-96.
- Mullin, W.J. ve Emmons D.B., 1997. Determination of organic acids and sugars in cheese, milk and whey by high performance liquid chromatography. **Food Research International**, 30 (2): 147-151.
- Munoz, N., Ortigosa, M., Torre, P., Izco, J. M., 2003. Free amino acids and volatile compounds in an ewe's milk cheese as affected by seasonal and cheesemaking plant variations. **Food Chemistry**, 83, 329-338.
- O'Callaghan, T.F., Hennesy, D., McAuliffe, S., Kilcawley, K.N., O'Donovan, M., Dillon, P., Ross, R.P. ve Stanton, C., 2016. Effect of pasture versus indoor feeding systems on raw milk composition and quality over an entire lactation. **Journal of Dairy Science**, 99 (12): 9424-9440.
- Omar, M.M., 1987. Microstructure and chemical changes in domiati cheese made from ultrafiltered milk. **Food Chemistry**, 25 (3):183-196.
- Omar, M.M., 1988. Composition and microstructure of Domiati cheese made from reconstituted UF milk. **Food Chemistry**, 28, 85-95.
- Ong, L., Dagastine, R.R., Kentish, S.E. and Gras, S.L., 2012. The effect of pH at renneting on the microstructure, composition and texture of Cheddar cheese. **Food Research International**, 48, 119-130.
- Ostdal, H., Andersen, H.J. ve Nielsen J.H., 2000. Antioxidative activity of urate in bovine milk. **J. Agrid. Food Chem.**, 48, 5588-5592.
- Öner, Z., Karahan, A.G. ve Aloğlu, H., 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. **Science Direct**, Volume 39 (5): 449-454.
- Özer, B.H., Robinson, R.K. ve Grandison, A S., 2003. Textural and microstructural properties of urfa cheese (a white-brined Turkish cheese). **International Journal of Dairy Technology**, 56 (3): 171-176.

- Palou, L., Usall, J., Aguilar, M.J., Pons, J. ve Vin Á as, I., 1999. Control de la podredumbre verde de los cõÁtricos mediante banos con agua caliente y carbonatos sodicos. **LevanteAgricola**, 3, 412-21.
- Patrick Y, Lee A, Raha O, Pillai K, Gupta S, Sethi S, Mukeshimana, F., Gerard, L., M.U. Moghal, S.N. Saleh, S.F. Smith., M.J. Morrell., J. Moss.ve 2017. Effects of sleep deprivation on cognitive and physical performance in university students. **Sleep and biological rhythms**, ;15(3):217-25.
- Piwowarek, K., Lipińska, E., Hać-Szymańczuk, E., Bzducha-Wróbel, A. ve Synowiec, A., 2018. Research on the ability of propionic acid and vitamin B12 biosynthesis by *Propionibacterium freudenreichii* strain T82. **Antonie van Leeuwenhoek**, 111, 921-932.
- Platen, H. ve Schink, B., 1989. Anaerobic Degradation of Acetone and Higher Ketones via Carboxylation by Newly Isolated Denitrifying Bacteria. **Journal of General Microbiology**, 135, 883-89 1.
- Prasad, N. ve Alvarez, V.B., 1999. Effect of Salt and Chymosin on the Physico-Chemical Properties of Feta Cheese During Ripening. **J. Dairy Sci**, 82, 1061-1067.
- Ramírez-Navas, J.S. ve De-Stouvenel, A.R., 2012. Characterization of colombian quesillo cheese by spectrocology. **Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, 12 (2): 175-185.
- Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G., ve Zerfiridis, G.K., 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. **International Dairy Journal** 12, 525-540.
- Rukke, E.O. Sørhaug, T. ve Stepaniak, L., 2011. Heat treatment of milk/Thermization of Milk. (J.W. Fuquay Editör). In: **Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)**. Academic Press. Cilt 4, 693-698, USA.
- Saldamli, I., ve Kaytanli, M. (1998). Utilisation of Fromase, Maxiren and Rennilase as alternative coagulating enzymes to rennet in Turkish White cheese. **Milchwissenschaft**, 53(1): 22-25.
- Salum, P., Gövce, G., Kendirci, P., Baş, D. ve Erbay, Z., 2018. Composition, proteolysis, lipolysis, volatile compound profile and sensory characteristics of ripened white cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. **International Dairy Journal**, 87, 26-36.
- Sameh, A., 2006. Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurised milk. **Food Chemistry**, 97, 394-400.
- Samelis, J., Giannou, E. ve Lianou, A., 2009. Assuring Growth Inhibition of Listerial Contamination during Processing and Storage of Traditional Greek Graviera Cheese: Compliance with the New European Union Regulatory Criteria for *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, 72 (11): 2264-2271.
- Sheehan, J.J., Fenelona, M.A., Wilkinson, M.G. ve McSweeney P.L.H., 2007. Effect of cook temperature on starter and non-starter lactic acid bacteria viability, cheese composition and ripening indices of a semi-hard cheese manufactured using thermophilic cultures. **International Dairy Journal**, 17, 704-716.
- Shewfelt, R. L., Bruckner, B., 2000. Fruit and Vegetable Quality: An integrated view. **Technomic Publishing**, Lancaster, PA.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Naess, R. M., Qstlie, M., 2008. Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during

- ripening of a washed curd cheese. **International Dairy Journal**, 18, 158-168.
- Soltani, M., Sahingil, D., Gökce, Y. ve Hayaloğlu, A.A., 2016a. Changes in volatile composition and sensory properties of Iranian ultrafiltered white cheese as affected by blends of *Rhizomucor miehei* protease or camel chymosin. **J. Dairy Sci.**, 99, 1-11.
- Soltani, M., Boran O.S. ve Hayaloğlu, A.A., 2016b. Effect of various blends of camel chymosin and microbial rennet (*Rhizomucor miehei*) on microstructure and rheological properties of Iranian UF White cheese. **LWT - Food Science and Technology**, 68, 724-728.
- Stanley, D.W. ve D. B. Emmons, D.B., 1977. Cheddar Cheese Made With Bovine Pepsin II. Texture-Microstructure-Composition Relationships. **J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment**, 10 (2): 78-84.
- Stelios, K., Paraskevi, S., Theophilus, M. ve Aikaterini, G., 2009. Study of organic acids, volatile fraction and caseins of a new Halloumi-type cheese during ripening in whey brine. **Int. J. Food Sci. Technol.**, 44 (2), 297-304.
- Süner, G., 2018. Farklı Ticari Rennetler İle Üretilen Beyaz Peynirlerde Uçucu Bileşenler Ve Serbest Amino Asitlerin Belirlenmesi. **Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, sayfa 91.
- Şahingil, D., Hayaloğlu, A.A., Şimsek, O. ve Özer B., 2014. Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese: effects of ripening temperature and adjunct culture. **Dairy Sci. & Technol**, 94: 603-623.
- Şekerli, Y.E., 2013. Farklı sıcaklık normları ve yoğurt kültürleri uygulanan sütlerden üretilen yoğurtlarda kimyasal niteliklerin belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, Sayfa 142.
- Tamime, A.Y., 2007. Structure of Dairy Products. **Blackwell Publishing.**, 169-209, UK.
- Tekin., A. 2016. Keçi derisi ve bidonda olgunlaştırılan koyun (Karaman) tulum peynirlerinde biyokimyasal ve duyusal. **Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, Sayfa 127.
- Tekin, A., ve Güler, Z., 2019. Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. **Food Chemistry** 286, 160-169.
- Topçu, A. ve Saldamli, İ., 2006. Proteolytical, Chemical, Textural and Sensorial Changes During the Ripening of Turkish White Cheese Made of Pasteurized Cows' Milk. **International Journal of Food Properties**, 9, 665-678.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2018. Süt ve Süt Ürünleri Üretimi İstatistikleri.
- Uraz, T. ve Gencer, N., 2000. Beyaz Peynirlerde Kalıp Büyüklüğü ve Salamura Miktarının Tuz Alımı Üzerine Etkisi. **Turk J Agric For** .,24: 621-628.
- Urbach, G., 1993. Relations between cheese flavour and chemical composition. **International Dairy Journal**, 3: 389-422.
- Urbach, G., 1995. Contribution of Lactic Acid Bacteria to Flavour Compound Formation in Dairy Products. **Inr. Dairy Journal**, 5, 877-903.
- Üçüncü, M. 2004. **A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi** 1. Meta Basım, İzmir, 542 s.

- Vapur, U.E., 2010. Farklı Starter Kültür Oranları İle Hayvansal ve Mikrobiyel Kaynaklı Peynir Mayaları Kullanılarak Üretilen Tam Yağlı Beyaz Peynirlerin Özelliklerinin Belirlenmesi. **Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**, Doktora Tezi, sayfa 239.
- Vapur, U.E. ve Özcan, T., 2012. Determination of free amino acids in whole-fat Turkish White Brined Cheese produced by animal and microbial milk-clotting enzymes with and without the addition of starter culture. **Mljekarstvo**, 62 (4): 241-250.
- Velez, M. A., Hynes, E. R., Rodriguez, G., Garitta, L., Wolf, I. V., Perotti, M. C., 2019. A new technological approach for ripening acceleration in cooked cheeses: Homogenization, cooking and washing of the curd. **LWT-Food Science and Technology**, 112: 108241.
- Wadhvani, R. ve McMahon, D. J., 2012. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of Dairy Science**, 95: 2336-2346.
- Walstra, P. ve Jenness, R. (1984) Dairy chemistry and physics. Wiley, New York.
- Wium, H. ve K.B., Qvist., 1998. Effect of rennet concentration and method of coagulation on the texture of Feta cheeses made from ultrafiltered bovine milk. **Journal of Dairy Research**, 65, 653-663.
- Wium, H., Pedersen, P.S. ve Qvist, K.B., 2003. Effect of coagulation conditions on the microstructure and the large deformation properties of fat-free Feta cheese made from ultrafiltered milk. **Food Hydrocolloids**, 17, 287-296.
- Yıldız, B., Öner, Z., 2017. Karbondioksit uygulamasının beyaz peynir kalitesine etkisi. **GIDA**, 42 (5): 527-534.
- Yüceer-Karagül, Y., İşleten, M. ve Uysal-Pala, Ç., 2007. Sensory characteristics of ezine cheese. **Journal of Sensory Studies**, 22, 49-65.
- Yüksel, Z., 2017. Textural and chemical properties of ezine cheese (pdo) during ripening. **Seventh International Conference on Food Studies**. Roma Tre University, Rome, Italy, 26-27 October 2017.
- Zheng, Y., Liu, Z. ve Mo, B., Texture Profile Analysis of Sliced Cheese in relation to Chemical Composition and Storage Temperature. **Journal of Chemistry**, Volume 2016, Article ID 8690380, 1-10.
- Zhou, Y., Ma, Y., Yao, G., Li, J. ve Wang, S., 2017. Changes of protein composition and its relevance with textural properties during processing of fermented solid beef. **J Food Process Preserv.**, 41:,1-8.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Aksaray'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Aksaray'da tamamladı. 2010 yılında Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2015 yılında Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2017 yılında HMKÜ, Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Aynı yıl Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ), Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen HMKÜ, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.



EKLER

Ek 1. Beyaz peynirlere ait duyusal değerlendirme formu

Ad Soyad:

Tarih:...../...../.....

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

1	RENK						
7	Sarımsı-kirli renk						
7	Beyaz-temiz renk						
1	GÖRÜNÜŞ						
7	Çok fazla açık doku ve gözenek						
	Birkaç mekanik açıklık						
1	SIKILIK (Baş parmak ve işaret parmağı						
7	arasında örneği tamamen sıkıştırınız.)						
	Krem peynir						
	Kaşar peynir						
1	ELASTİKLİK						
4	Yumuşak margarin						
7	Dolgun yeşil zeytin						
	Haşlanmış sosis						
1	SERTLİK						
4	Krem peynir						
7	Haşlanmış sosis						
	Hafifçe kaynatılmış havuç küpleri						
1	YAPI						
7	Dilimleme zor						
	Dilimleme kolay						
1	İÇ YAPIŞKANLIK (Örneği 3 kez						
7	çiğneyerek kitlenin ağızda						
	dağılma/parçalanma derecesini						
	değerlendiriniz.)						
	Kaşar peynir						
	Beyaz peynir						
1	DIŞ YAPIŞKANLIK (Örneği 3 kez						
7	çiğneyerek kitlenin dil ve damak üzerindeki						
	yapışkanlığını değerlendiriniz)						
	Kaşar peynir						
	Beyaz peynir						
1	TAT-KOKU						
7	Şiddetli kokuşma/Meyvemsi-mayamsı koku,						
	dili ısırın, acılaştırmış ve yakıcı, hayvan						
	benzeri tat						
	Peynir özü koku/ Hafif ekşi, serbest yağ						
	asiti ve tuzlu, ağızda yağlımsı tat/ Peynir altı						
	suyu kokusu ve tadı						
1	TUZLULUK						
7	Tuzsuz						
	Tuzlanmış kurutulmuş balık, tuzlusu						
1	GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK						
7	‘Kabul edilemez ürün’						
	‘Kusursuz ürün’						