



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**ÜRETİM PROSESLERİNİN VE TELEMAYE
POTASYUM SORBAT İLAVESİNİN BLOK ERİTME
PEYNİRİNİN
MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Aslı ORAN DEMİROLUK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir
2023

T. C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜRETİM PROSESLERİNİN VE TELEMAYE
POTASYUM SORBAT İLAVESİNİN BLOK ERİTME
PEYNİRİNİN MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

Aslı ORAN DEMİROLUK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurcan KOCA

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Sunuş Tarihi: 28.04.2023

Bornova -İZMİR

2023

Aslı ORAN DEMİROLUK tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Üretim Proseslerinin ve Telemeye Potasyum Sorbat İlavesinin Blok Eritme Peynirinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 28.04.2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Prof. Dr. Nurcan KOCA

.....

Raportör Üye

: Doç. Dr. Burcu KAPLAN TÜRKÖZ

.....

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Seval DAĞBAĞLI

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Üretim Proseslerinin ve Telemeye Potasyum Sorbat İlavesinin Blok Eritme Peynirinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri”** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

28 /04/2023

İmzası

Aslı ORAN DEMİROLUK

ÖNSÖZ

Blok tipi eritme peyniri üretimi, yan ürünler ve iade ürünlerin değerlendirilmesine olanak sağlaması, maliyetlerinin düşük ve kolay üretilebilir olması nedeniyle üretici tarafından tercih edilirken; kaşar peynirine benzemesi ve daha düşük fiyata satılması gibi sebeplerden tüketici tarafından da tercih edilmektedir. Ne yazık ki küçük ölçekli bazı işletmelerde düşük kaliteli hammadde ve yardımcı malzemeler eritme peyniri üretimiyle değerlendirilerek ekonomik kayıpların önlenebileceğine inanılmaktadır. Bu nedenle blok tipi eritme peynirlerinde küflenme başta olmak üzere kalite problemleri ile karşılaşılabilir. Kullanılan tüm hammadde ve yan ürünlerin kalitelerinin eritme peyniri kalitesine etki ettiği unutulmamalıdır. Potasyum sorbat ilavesi, küflenme vb. kusurları önlemek için kullanılan bir muhafaza tekniği olup uygulanabilirliği tercihe bağlıdır. Potasyum sorbat miktarı tat-koku vb. üzerinde etkili olabileceğinden, uygun miktarı ve peynir kalitesine etkileri detaylı incelenmelidir.

Tezimin, direkt telemeye eklenen potasyum sorbatın blok eritme peynirinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerinin incelenmesi, uygun potasyum sorbat kullanım oranının belirlenmesi ve üretim proseslerinin etkilerinin ortaya konması ile süt sektörüne fayda sağlaması amaçlanmıştır. Blok tipi eritme peyniri üretimi Reha Süt Ürünleri Ltd. Şti.'nde (Tire) yapılmıştır. Peynirler Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne soğuk koşullarda taşınmış ve analizleri Reha Süt Ürünleri ve Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiştir.

İZMİR

28/04/2023

Aslı ORAN DEMİROLUK

ÖZET**ÜRETİM PROSESLERİNİN VE TELEMeye
POTASYUM SORBAT İLAVESİNİN BLOK ERİTME
PEYNİRİNİN MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

ORAN DEMİROLUK, Aslı

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurcan KOCA

Nisan 2023, 133 sayfa

Potasyum sorbat, peynirlerde küf ve maya gelişimini engellemek amacıyla yaygın kullanılmaktadır. Bu çalışmada, blok eritme peyniri üretim aşamalarının (termizasyon, pıhtı işleme, eritme, dinlendirme) ve telemeye farklı oranlarda potasyum sorbat ilavesinin (200, 400, 600, 800 ppm) blok eritme peyniri kalitesine etkileri araştırılmıştır. Kontrol örneğine sorbat ilave edilmemiştir. Üretim sürecinde çiğ ve termize süt, teleme, eritme işlemi sonrası peynir hamurunda ve peynirde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya, küf, koliform bakteri, *E. coli*, *S. aureus* sayıları tespit edilmiştir. Ayrıca, pH ve bileşim analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnekler 90 gün boyunca 4 °C’de depolanmış ve her ay peynirlerin mikrobiyolojik analizlerinin yanısıra uçucu bileşen içerikleri de saptanmıştır. Depolama süreci sonunda ise eriyebilirlik, doku profil analizi ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir.

Termizasyon işlemi ile küfler tamamen inhibe olurken (<1 log kob/ml), maya, *E. coli*, koliform bakteri, *S. aureus* sayıları düşmüştür. *E. coli*’de 1 log kob/ml, *S. aureus* sayısında yaklaşık 0,75 log kob/ml azalma saptanmıştır. Pıhtı işleme aşamasında küf, maya, koliform, *E. coli* ve *S. aureus* sayılarında artış saptanmıştır ($p>0,05$). Özellikle küf sayısının 2,58 log kob/g’a yükselmesi pıhtı işleme aşamasında ortam, ekipman ve personel kaynaklı bulaş olduğunu düşündürmüştür. Eritme işlemi maya, küf, *E. coli* ve koliform bakterilerin inhibisyonunu (<1 log kob/g) sağlamış ve *S. aureus* ile TAMB sayısını 2 log kob/g düzeyinde azaltmıştır.

Bu durum eritme işleminin mikrobiyal anlamda etkinliğini ortaya koymuştur. Eritme işleminde saptanan peynirde kuru madde (KM) ve yağ değerlerindeki azalma bu bileşenlerin eritme işleminde görülen sızıntı su ile uzaklaşmasına bağlanmıştır. Eritme tuzu ilavesi peynir hamurunda pH'yı arttırmıştır. pH değeri, depolama sürecinde ise 90. gün 0,2-0,3 düzeyinde artmıştır. pH ve KM değerinin potasyum sorbat konsantrasyonuna bağlı değişimi teleme ve peynir hamuru ile oransal olarak benzer olduğundan teknolojik açıdan önemli bulunmamıştır. TAMB sayısı potasyum sorbat miktarı arttıkça azalmıştır. Depolama sürecinde 30. gün düşüş, 60. ve 90. gün artış göstermiştir ($p<0,05$). Maya sayısı, tüm örneklerde depolama süresince artmasına rağmen, kontrol örneğinde daha yüksek tespit edilmiştir. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Depolama boyunca 1-2 log kob/g düzeylerinde olan küfler, potasyum sorbat artışı ile doğrusal azalmamıştır ancak, potasyum sorbat ilaveli örneklerde daha düşük tespit edilmiştir. *S. aureus* sayıları da benzer şekilde kontrol örneklerinde daha yüksek olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Potasyum sorbat kullanımı ve oranları, eriyebilirlik, dokusal ve duysal özellikleri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Uçucu bileşen miktarları ise kontrol grubu peynirlere göre az miktarda etkilenmiş olsa da en önemli kriter depolama süreci olmuştur. Potasyum sorbat ilavesi ile oluşan sorbik asit, depolama ile azalmıştır. Kontrol örnekleri dışındaki peynir örneklerinin bazılarında, sorbik asitin dekarboksilasyonu ile oluşan ve benzin türevi kötü kokuya neden olan 1-3 pentadien tespit edilmiştir. Bu durum, sanayicinin petrol kokusu konusunda karşılaştığı münferit olayları açıklamaktadır.

Blok eritme peyniri üretiminde, potasyum sorbat kullanımının mikrobiyolojik açıdan kısmen baskılayıcı bir etkisi olduğu, ancak tam bir çözüm üretmediği sonucuna varılmıştır. 400 ppm ve üzeri potasyum sorbat kullanımlarının mikrobiyolojik etkinlik anlamında önemli bir fark yaratmadığı görülmüştür. Eritme işlemi ise mikrobiyolojik özellikler üzerinde daha etkili olmuştur. Blok tip eritme peyniri üretiminde kullanılan hammadde kalitesi ve üretim proseslerinde hijyen kurallarına uyulması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar sözcükler: Potasyum sorbat, sorbik asit, blok eritme peyniri, küf, maya, uçucu bileşen,

ABSTRACT**EFFECTS OF PROCESSES AND ADDITION POTASSIUM
SORBATE INTO CURD ON MICROBIOLOGICAL AND
CHEMICAL PROPERTIES OF BLOCK TYPE PROCESSED
CHEESE**

ORAN DEMİROLUK, Aslı

MSc in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Nurcan KOCA

April 2023, 133 pages

Potassium sorbate is generally used to prevent mold and yeast growth in cheeses. In this thesis, the effects of block type processed cheese production processes (thermization, curding, melting, resting) and addition of potassium sorbate at different rates (200, 400, 600, 800 ppm) on block type processed cheese were investigated. Control cheeses does not contain potassium sorbate. During the production process, TAMB, yeast, mold, coliform bacteria, *E. coli*, *S. aureus* were determined in raw milk, thermized milk, curd, after melting process cheese dough and cheeses samples. In addition, pH value and chemical composition analysis were determined. The samples were stored at 4 °C for 90 days and volatile component contents were performed monthly as well as microbiological analyses of the cheeses. At the end of the storage process protein, solubility, TPA and sensory analysis were performed.

While thermisation completely inhibits molds (<1 log cfu/ml), yeast, *E. coli*, coliform bacteria, *S. aureus* has decreased. Decrease in *E. coli* count is 1 log cfu/ml, in *S. aureus* count is 0,75 log cfu/ml. An increase is determined on mold, yeast, coliform, *E. coli*, *S. aureus* counts in curding processing step ($p>0,05$). The increase in the number of molds to 2.58 log cfu/g was evaluated as there was contamination from the environment, equipment and personnel during the curding process. Melting process is provided the inhibition (<1 log cfu/g) of yeast, mold, *E. coli*, coliform bacteria and reduced the count of TAMB and *S. aureus* at the level of 2 log cfu/g. This demonstrated the microbial effectiveness of the melting process. The decrease in dry matter and fat value in the cheese detected during the melting process was attributed to the removal of these components by leaching water

observed in the melting process. pH value increased with the addition of melting salts. The pH value increased at the level of 0,2-0,3 in 90th storage day. The change of pH and dry matter value due to potassium sorbate concentration was not found to be technologically important, since it is proportionally similar to cheese dough and cheese. TAMB decreased with increasing potassium sorbate concentration. A decrease on 30th day of the storage and an increase on 60th and 90th days of the storage were determined in TAMB count ($p < 0.05$). Although the number of yeast is increased during storage in all samples, it was higher in the control sample. This increase was not statistically significant. The number of molds were at 1-2 log cob/g levels during storage period. It did not decrease linearly with an increase in potassium sorbate, but it was found to be higher in control samples with the addition of potassium sorbate than the other cheese samples. *S. aureus* count was similarly found to be higher in control samples, but this was not statistically significant. The using and concentration of potassium sorbate did not have a significant effect on solubility, textural and sensory properties of cheese. Although the volatile component levels were slightly affected in the cheeses with added potassium sorbate compared to the control group, the most important criterion was the storage period. The sorbic acid formed by the addition of potassium sorbate decreased with storage. In some of cheese samples except control cheese samples, 1-3 pentadienes which are formed by decarboxylation of sorbic acid and cause off odor gasoline-derived were detected. This explains the fact that the industrialist faced this problem time to time.

It has been concluded that the use of potassium sorbate in the production of block type processed cheese has a partially suppressive effect on microbiological properties, but does not produce a complete solution. It was found that the use of potassium sorbate above 400 ppm did not make a significant difference in terms of microbiological efficacy. The melting process, on the other hand, was more effective on microbiological properties. In the production of block type processed cheese, it is important to produce melting cheese effectively and then pay attention to hygiene rules.

Keywords: Potassium sorbate, sorbic acid, block type processed cheese, mold, yeast, volatile compounds

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Eritme Peyniri.....	3
2.1.1 Blok eritme peyniri	4
2.1.2 Blok eritme peyniri üretim teknolojisi.....	6
2.1.2.1 Hammaddeler.....	6
2.1.2.2 Uygulanan işlemler	6
2.1.2.3 Katkı maddeleri	7
2.1.2.3.1 Emülsifiye edici tuzlar	7
2.2 Peynirde Bozulmalar	10

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam)

2.2.1 Bakteriyel bozulmalar	10
2.2.2 Fungal bozulmalar.....	13
2.2.3 Enzimatik bozulmalar	16
2.3 Gıda Muhafaza Teknikleri	17
2.3.1 Koruyucu madde kullanımı.....	18
2.3.2. Sorbik asit ve tuzları	19
2.3.3 Sorbatın etki mekanizması	21
2.3.4 Sorbat etkinliğinde rol alan faktörler	23
2.3.4.1 pH'ın etkisi.....	23
2.3.4.2 Su aktivitesinin (a_w) etkisi.....	24
2.3.4.3 Sıcaklığın etkisi.....	24
2.3.4.4 Atmosfer.....	25
2.3.4.5 Mikrobiyal floranın etkisi	25
2.3.4.6 Gıda bileşenlerinin etkisi	26
2.3.4.7 Diğer koruyucuların etkisi	26
2.4 Potasyum Sorbat Uygulama Yöntemleri.....	27
2.4.1 Peynirlerde potasyum sorbat uygulamaları.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam)

3.1 Gereç.....	37
3.2 Yöntem	37
3.2.1 Deneme planı	37
3.2.2 Blok eritme peyniri üretimi	38
3.2.3 Bileşim ve pH analizleri	41
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler	42
3.2.5 Uçucu bileşen analizi	43
3.2.6 Eriyebilirlik testi	44
3.2.7 Doku profili analizi (TPA)	45
3.2.8 Duyusal değerlendirme	46
3.2.9 İstatistiksel analiz ve değerlendirme.....	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	48
4.1 Peynir Üretim Proseslerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikler Üzerine....	
Etkileri	48
4.1.1 Termizasyon işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri	
.....	49
4.1.2 Pıhtılaştırma işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri	
.....	50

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam)

4.1.3 Eritme işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri	51
4.1.4 Dinlendirme işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri..	
.....	52
4.1.5 Telemeye potasyum sorbat ilavesinin eritme ve dinlendirme işlemlerinde....	
kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi	53
4.3 Depolama Sürecinde Blok Eritme Peynir Analiz Sonuçları	58
4.3.1 pH değerleri.....	58
4.3.2 Kuru madde oranları	60
4.3.3 KM’de yağ analiz sonuçları	62
4.3.4 Protein oranları.....	63
4.3.5 Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı	65
4.3.6 Maya sayısı	67
4.3.7 Küf sayısı	70
4.3.8 Koliform bakteri ve <i>E. coli</i> analiz sonuçları	72
4.3.9 <i>S. aureus</i> analiz sonuçları.....	74
4.3.10 Uçucu bileşen analiz sonuçları.....	76
4.3.11 TPA ve eriyebilirlik analizi.....	96
4.3.12 Duyusal analiz sonuçları	101

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	104
EKLER	110
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	112
TEŞEKKÜR	132
ÖZGEÇMİŞ.....	133



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Eritme işlemi mekanizması şematik gösterimi	8
3.1 Eritme işlemine hazırlık aşamaları	39
3.2 Eritme ve kalıplama aşamaları.....	39
3.3 Blok eritme peyniri üretim akım şeması.....	40
3.4 Schreiber test skalası.....	45
3.5 TPA grafiği ve hesaplamaları	45
4.1 Depolama boyunca BEP'in pH değerlerindeki değişim	60
4.2 Depolama boyunca BEP'in KM değerlerindeki değişim	61
4.3 Depolama boyunca BEP'in KM'de yağ değerlerindeki değişim.....	63
4.4 BEP'in 0. ve 90. gün protein ve KM'de protein değerlerindeki değişim	64
4.5 Depolama boyunca BEP'in toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarındaki değişim.....	66
4.6 Depolama boyunca BEP'in maya sayılarındaki değişim.....	68
4.7 Depolama boyunca BEP'in <i>S. aureus</i> sayılarındaki değişim.....	75

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (2011) göre eritme peynirleri ve eritme peynir ürünleri kriterleri.....	3
2.2 Eritme peynirinin besin içeriği.	4
2.3 Gıdada kullanılan koruyucu maddeler.....	18
4.1 Blok eritme peynirinde üretim proseslerinin kimyasal özellikler üzerine etkisi.....	48
4.2 Blok eritme peynirinde üretim proseslerinin mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi.....	49
4.3 Blok eritme peynirinde telemeye potasyum sorbat ilavesi sonrasında proses aşamalarının kimyasal özellikler üzerine etkisi	53
4.4 Blok eritme peynirinde telemeye potasyum sorbat ilavesi sonrasında proses aşamalarının mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi	56
4.5 Depolama sürecinde BEP'in pH değerleri	59
4.6 Depolama sürecinde BEP'in KM değerleri.....	60
4.7 Depolama sürecinde BEP'in KM'de yağ değerleri.....	62
4.8 BEP'in protein ve KM'de protein değerleri	64
4.9 Depolama sürecinde BEP'in TAMB sayıları	65
4.10 Depolama sürecinde BEP'in maya analiz sonuçları.....	67
4.11 Depolama sürecinde BEP'in küf analiz sonuçları	70
4.12 Depolama sürecinde BEP'in koliform bakteri sayısı	72

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

4.13	Depolama sürecinde BEP'in <i>E. coli</i> sayısı	73
4.14	Depolama sürecinde BEP'in <i>S. aureus</i> analiz sonuçları	74
4.15	Depolama sürecinde ketonların relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	76
4.16	Depolama sürecinde aldehitlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	79
4.17	Depolama sürecinde alkollerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	81
4.18	Depolama sürecinde esterlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	84
4.19	Depolama sürecinde amin, alkil, alkin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	87
4.20	Depolama sürecinde alkanların relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	88
4.21	Depolama sürecinde benzenlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	90
4.22	Depolama sürecinde karboksilik asitlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	91
4.23	Depolama sürecinde terpenlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	94
4.24	Depolama sürecinde alkaloidlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri.....	95
4.25	Eritme peynirlerinin 90. gün TPA ve eriyebilirlik analiz sonuçları..	96

TABLÖLAR DİZİNİ (devam)

4.26	90. gün duyusal analiz sonuçları	101
------	--	-----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$^{\circ}\text{C}$	Derece santigrat
a_w	Su aktivitesi
H^+	Hidrojen iyonu
kob	Koloni oluşturan birim
KOH	Potasyum Hidroksit
P	Fosfor
Na_3PO_4	Trisodyum fosfat
Na_2HPO_4	Disodyum fosfat
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Tetrasodyum pirofosfat
$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	Disodyum difosfat
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	Sodyum trifosfat
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
ng	Nanogram
pK_a	Asidik iyonlaşma sabitesinin negatif logaritması
ppm	part per million (milyonda bir)
Bar	100000 Pa (basınç birimi)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

w/w ağırlık/ağırlık

E200 Sorbik asit

E201 Potasyum sorbat

E202 Sodyum sorbat

E203 Kalsiyum sorbat

E331 Trisodyum sitrat

E339 Monosodyum fosfat

E452 Poli fosfat

Kısaltmalar

AB Avrupa Birliği

AFB₁ Aflatoksin B₁

AFM₁ Aflatoksin M₁

AOAC Resmi analitik kimyagerler derneği

BHA Beta hidroksi asit

BRC İngiliz Perakendeciler Birliği

BEP Blok eritme peyniri

CCP Kritik kontrol noktası

CFU Koloni oluşturan birim

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

dk	Dakika
GC	Gaz kromatografisi
GC-MS	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi
GGYS	Gıda güvenliği yönetim sistemleri
HACCP	Tehlike analizleri ve kritik kontrol noktaları
IDF	International Dairy Federation
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
KM	Kuru madde
KYS	Kalite yönetim sistemleri
LAB	Laktik Asit Bakterileri
Mak	Maksimum
OHSAS	İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemidir
OTA	Okratoksin A
PPINICI	Darbeli pozitif iyon negatif iyon kimyasal iyonizasyon
PS	Potasyum sorbat
RD	Relatif değer
TAMB	Toplam aerobik mezofilik bakteri
San.	Sanayi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

s	Saniye
<i>spp.</i>	Ailesi
şti	Şirketi
TBHQ	Ter-bütil hidrokinon
TS	Türk Standartları
TPA	Tekstür profil analizi
TAMB	Toplam aerobik mezofilik bakteri
Tic.	Ticaret
vb.	Ve benzeri
vd.	Ve diğerleri
SAA	Serbest Amino Asitler
SD	Sakızımsılık Değeri
SYA	Serbest Yağ Asitleri
TPA	Tekstür Profil Analizi
YM	Maya ve küf
UB	Uçucu Bileşen

1. GİRİŞ

Gıda kaynaklı bozulmalardan doğan ekonomik kayıplar geçmişten günümüze ciddi bir problem olarak ele alınmaktadır (Pitt vd., 2009; Pinches ve Apps, 2006). Gıdanın bozulması, gıdaların tüketilmesi uygun görülen süreler içinde tüketilemez hale gelmesi anlamına gelmektedir. Mikroorganizmalar, enzimler, haşareler, nem, oksijen ve ışık gibi ortam şartları, tek tek veya birlikte etkileşim içinde gıdalarda bozulmaya neden olmaktadır (Saldamlı, 1998). En önemli bozulma kaynakları ise bakteriler ile küf ve mayalardır.

Gıda tedarik zincirinde (üretim, paketlenme, dağıtım, pazarlama vb.) gıda bozulmalarının önlenmesi için önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Yıldırım vd., 2008, Sperber ve Doyle, 2009). Özellikle üretimde mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal nitelikler bakımından uygun hammaddeler kullanılması önem kazanmıştır (Dahmann, 2008; Alperden, 1993).

Halk sağlığı üzerinde çok büyük etkileri olan gıda güvenliğinin sağlanabilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Gıda güvenliğinin sağlanması sürekli gelişen karmaşık sistemleri gerektirir ki bu sistemlerin iyi yönetilebilmesi, sağlıklı ürünlerin tüketiciye ulaştırılması en temel gerekliliktir (Güzel, 2013; Çelik vd., 2008). Farklı muhafaza teknikleri mevcuttur ve bu teknikler ürüne ve proseslere göre değişebilmektedir (Sperber ve Doyle, 2009). Tuzlama, haşlama, dondurma ve kurutma gibi işlemler mikrobiyal kaynaklı gıda bozulmalarını önlemek amacıyla uygulanmaktadır. Bozulmaları önlemek için kullanılan yöntemlerden biri de koruyucu katkı maddesi ilave etmektir (Yıldırım vd., 2008).

Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde (2019) “Besleyici değeri olsun ya da olmasın, tek başına gıda olarak tüketilemeyen ve gıdanın karakteristik bir bileşeni olarak kullanılamayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, paketlenme, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler” olarak tanımlanmaktadır. Gıda katkı maddeleri içinde koruyucu amaçlı kullanılanlar, antimikrobiyal maddelerdir. Antimikrobiyal maddeler, gıdalarda bozulmaya sebep

olan bakteri, küf ve maya gibi mikroorganizmaları yok etmek ya da üreme ve yaşamsal faaliyetlerini engellemek için kullanılan koruyucu katkı maddeleridir (Küçüköner, 2006; Russell ve Gould, 2003).

Antimikrobiyal maddeler çok çeşitlilik göstermektedir. Tarihte tuz, şeker gibi konsantrasyon arttıran ve ortamda odunsu kokuya sebep olan birçok madde koruyucu olarak kullanılmıştır. Sorbik asit ve sorbik asitin tuz formu, benzoik asit ve benzoik asitin tuz formu, propiyonik asit, sülfidler, nitratlar gibi antimikrobiyaller süt teknolojisinde ülke yasalarının izin verdiği durumlarda kullanılmaktadır (Saldamlı, 2014; Yıldırım vd., 2008). Genelde gıdalarda suda yüksek çözünürlüğü sebebiyle sorbik asitin tuz formu potasyum sorbat kullanılmaktadır. Potasyum sorbatın gıdalarda kullanımı yasaldır (Öztürkcan ve Acar, 2017; Özdemir ve Demirci, 2006).

Potasyum sorbat, peynirde mayalar ve küfler üzerindeki etkisinin yanı sıra peynirde doku ve görünüm farklılıklarına sebep olan mikroorganizmalar üzerinde de etki göstermektedir. Ülkemizde, blok tip eritme peynirinde, yasal çerçevede potasyum sorbat kullanımı yaygındır. Blok eritme peyniri; telemenin ya da bir farklı peynirlerin, direkt veya gerektiğinde farklı süt ürünlerinin de ilave edilmesi ile emülsifiye edici tuz katılıp, ısıtma işlemi uygulanması ile üretilen dilimlenebilir nitelikte olan peynirdir (Albay vd., 2021). Bu çalışmada farklı oranlarda potasyum sorbat kullanımının blok eritme peynirinde mikrobiyolojik özellikleri uçucu bileşen içeriği, dokusal ve duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, blok eritme peyniri üretiminde sütün termizasyonu ve eritme işleminin de mikrobiyolojik özellikler üzerindeki etkisi de ele alınmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Eritme Peyniri

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne (2015) göre “eritme peyniri, telemenin, bir veya birkaç çeşit peynirin, doğrudan doğruya veya bu ürünlere gerektiğinde süt tozu, peynir altı suyu tozu, tereyağı, krema gibi süt ürünleri katılarak elde edilen karışıma emülsifiye edici tuzlar ilave edilerek, karışımın pastörizasyon normunda veya daha yüksek sıcaklıklarda ve sürelerde ısıtma işlem uygulanması ile elde edilen, dilimlenebilir veya sürülebilir nitelikler gibi çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir” şeklinde tanımlanmaktadır. Eritme peyniri, kendine has görünümde, her noktada aynı özelliği taşıyan ve düzgün bir yapıdadır (Doruk, 2018). Üretimde çoğunlukla çedar, emmental, gravyer, edam, kaşar, tulum ve beyaz peynir kullanılmaktadır. Bu peynirler kuru madde ve kazein miktarı yüksek olduğu için, eritme peynir imalatında peynir yapısı üzerinde olumlu etkilerinden dolayı daha çok tercih edilir (Tamime vd., 2011; Gümüş ve Bursa, 2015).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (2011) göre eritme peynirinin mikrobiyolojik kriterleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (2015) ise nem oranı maksimum % 60, kuru maddede tuz oranı maksimum % 7'dir.

Çizelge 2.1 Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (2011) göre eritme peynirleri ve eritme peynir ürünleri kriterleri

Mikroorganizmalar/ toksinler/metabolitler	Numune alma Planı		Limitler		Referans Metot
	n	c	m	M	
Stafilokokal enterotoksinler	5	0	25	g'da bulunmamalı	
<i>E. coli</i>	5	0	<10		ISO 16649-1 ve 2
<i>L.monocytogenes</i>	5	0	0/25 g/ml		EN/ISO 11290-1

Eritme peyniri, blok tipi, dilimli ve sürülebilir birçok çeşidiyle ev, restoran vb. farklı yerlerde farklı şekillerde kullanılarak ülkemizde de yaygın hale gelmiştir (Özkan, 2012; Akyüz ve Koca, 2019).

Eritme peynirinin proses gereğince maliyetleri düşük olmasından dolayı avantajları yüksektir ve teknolojik olarak farklı şekillerde üretilebilir. Blok tipi, dilimli ve sürülebilir çeşitleri tercih edilen ürünler içinde yer almaktadır (Mayer, 2001). Eritme peynirinin besin içeriği Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Eritme peynirinin besin içeriği (Uhlenbrack, 1998).

100 g eritme peyniri

	Kuru maddede % 45 yağ içeren	Kuru maddede % 60 yağ içeren
Su (%)	51,3	50,6
Yağ (%)	23,6	30,4
Protein (%)	14,4	13,2
Sodyum (mg/100g)	1,26	1,01
Potasyum (mg/100g)	65	108
Kalsiyum (mg/100g)	547	355
Fosfor (mg/100g)	944	795
Vitamin A (mg/100g)	0,3	-
Vitamin B2 (mg/100g)	0,38	0,35
Vitamin B1 (µg /100g)	34	40
Vitamin B6 (µg /100g)	70	80
Vitamin D (µg /100g)	3,13	-
Folik asit (µg /100g)	3,46	3,4
Biotin (µg /100g)	3,6	2,8

2.1.1 Blok eritme peyniri

Blok eritme peyniri yapı olarak kaşar peynirine benzemektedir (Üçüncü, 1996). Kaşar peyniri ile karıştırılması, taklit ve tağşiş riski doğurmaktadır. Bu karışıklık, 2015 yılında Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015/6) yayınlandıktan açıklağa kavuşmuştur.

Blok eritme peyniri, yalnızca telemeden üretildiğinde dahi randımanı (verimlilik) kaşar peynirinden daha iyidir. Kaşar peyniri için ortalama 11 kg süt kullanılırken, blok tipi eritme peyniri için 9-10 kg süt yeterli gelmektedir. Yüksek tonajlı kapasiteye sahip işletmeler için çok ciddi maddi değer ortaya çıkmaktadır (Öksüztepe vd., 2009). Bu fark, kaşar peyniri ibaresi içeren peynirin blok eritme peyniri olmasına yönelik hileye yol açmaktadır. Blok eritme peyniri üretme fikri hem yapı olarak kaşar peynirine benzemesi hem de raf ömrünün uzun olması

nedeniyle üretici tarafından tercih edilmektedir. Peynirlerin raf ömrünü uzatmak, lezzetli ve belirli stabiliteye sahip doğal peynirlerden yeni bir ürün geliştirmek, kaliteyi daha da iyileştirmek gibi ihtiyaçların blok eritme peynir üretiminin geliştirilmesinde ana etken olduğu düşünülmektedir (Cankurt, 2015; Cankurt ve Sağdıç, 2019).

Blok tipi eritme peyniri üretiminde uzun süreli olgunlaştırmaya ihtiyaç duyulmaması nedeniyle depolama maliyetlerinin düşük olması, ısıtıl işlem uygulanması, ürün kalitesi ve güvenliği açısından sürekli gelişmeye açık olması, üretimde kullanılan hammaddelerin içerik ve kalite özelliklerine göre farklı aromalar barındırması, uzun süre depolamada yapısal olarak daha az değişiklik göstermesi, hızlı tüketime uygun olması gibi birçok avantajlarından bahsedilmektedir (Solak, 2013; Doruk, 2018)

Blok eritme peynirinin kaşar peyniri yerine tercih edilmeye başlanmasındaki sebeplerden en önemlileri yüksek eriyebilirlik ve yapısal özellikleridir. Diğer bir etmen ise süt üreticilerinin müşterilerinden iade edilen ürünleri de değerlendirebilmeleridir. Peynir tüketicileri, her ne kadar ekonomik yönden blok tipi eritme peynirini tercih etse de halk arasındaki “artık, ikinci kalite, küflü peynirlerin yeniden kullanıldığı peynir” düşüncesinden dolayı diğer peynirlere göre daha az tercih edildiği de belirtilmiştir (Gönç ve Dinkçi, 2006; Solak, 2013)

Prosesi gereğince farklı özellikteki birçok süt ürünü, farklı prosesler uygulanarak blok tipi eritme peyniri üretiminde kullanılmaktadır. Bu proste en önemli kriter kullanılan hammaddelerin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikler bakımından uygun olmalarıdır (Doruk, 2018). Birçok mikroorganizmanın üremesi ve gelişmesi için gerekli tüm besin öğeleri, nem vb. şartları sağladığı için hızlı bir şekilde mikroorganizmaların gelişmesine açıktır ve ilgili mikroorganizmalar aynı zamanda çok hızlı bir şekilde gıda bozulmalarına sebep olmaktadır. Peynirlerde bozulmalar çoğunlukla çiğ sütteki yüksek kontaminasyon riski, hijyenik ortamların üreticilerce sağlanamaması ve peynir yapısından kaynaklanmaktadır (Yıldırım vd., 2008; Şeker ve Patır, 2011).

2.1.2 Blok eritme peyniri üretim teknolojisi

2.1.2.1 Hammaddeler

Eritme peyniri üretimi için hammadde olarak ikinci kalite peynirler kullanıldığı dillendirilmesine karşın, son ürünün lezzet ve görünümünde istenilmeyen sonuçlara neden olmamak için kullanılan hammaddenin iyi kalitede olması gereklidir (Üçüncü, 1996). Böylelikle homojen, pürüzsüz ve kaliteli yapıda son ürün elde edilir (Muslow vd. 2007; Şimşek ve Kavas, 1991). Hammadde olarak kullanılan farklı sertlikteki peynirlerin nem, protein ve yağ oranlarının son ürün kalitesi üzerinde büyük etkileri mevcuttur. Emülsifiye edici tuzlar, farklı baharatlar, tatlandırıcı ve renklendiriciler ile tekniğine uygun eklenen katkı maddelerinin de aroma ve tat çeşitliliği üzerinde etkileri mevcuttur (Guinee, 2011; Smith ve Hong-Shum, 2011). Gelişen teknoloji ile birlikte telemeye emülsifiye edici eritme tuzları (fosfatların, polifosfatların ve sitratların sodyum tuzları) ilave edilmesi yeni bir yöntemdir (Çelik vd., 2008).

Blok eritme peyniri için de uygun hammadde seçimi önemlidir. Düşük pH'lı peynirler ufalanabilir niteliği ve unumsu yapıları sebebiyle kullanımı pek uygun değildir (Kurt ve Zorba, 2005). Kalitesiz hammadde kullanımı sonucunda acılaşma vb. tat kusurları ortaya çıkabilir (Üçüncü, 1996). Aşırı olgunlaşmış peynir içeriklerinin eritme peyniri üretiminde kullanılması, eriyebilirliği arttırmasına rağmen peynirin lezzetinde yoğun ve keskin bir lezzet oluşumuna, emülsiyon kabiliyetinin düşmesine ve dokusunda yumuşamaya sebep olmaktadır (Thomas, 1977).

2.1.2.2 Uygulanan işlemler

Hammadde kadar önemli olan diğer bir nokta ise hammaddenin muhafaza edilmesidir. Her bir hammaddenin kendine özgü muhafaza edilme özellikleri vardır. Hemen üretimde kullanılmayacak peynirler için dondurma işlemi ile kullanılacak peynirin olgunlaşması yavaşlatılıp istenilen olgunlukta hammadde elde edilmesi sağlanabilir. Ancak bu işleminde dezavantajları vardır. Hızlı dondurma işlemiyle hücreler arasındaki suyun buzlaşıp kristallenmesi peynirdeki

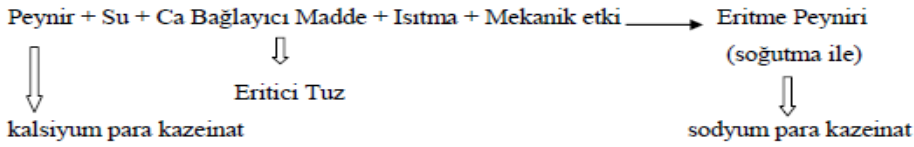
protein yıkımına neden olur ve böylece peynirde kremleşmeye sebep olabilir. Üretimde hemen kullanılacak olan hammaddeler 0 ile +4 °C arasında kapalı soğuk hava depolarında saklanır (Kurt ve Zorba, 2005).

Emülsiyona uygulanan ısı işlemler mikrobiyal kaliteyi iyileştirmektedir ancak bazı besin değerlerinde kayıplar olabileceği bildirilmiştir (Kurt ve Zorba, 2005). Ancak üretim esnasında fazla süre ve yüksek sıcaklıkta uygulanan ısı işlemler, istenmeyen renk ve lezzet kusurlarına sebep olabilmektedir (West, 2007).

2.1.2.3 Katkı maddeleri

2.1.2.3.1 Emülsifiye edici tuzlar

Emülsifiye edici tuzlar, eritme peynirinin oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Monofosfatlar, polifosfatlar ve sitratlar en yaygın kullanılanlarıdır. Eritme peynirinin yapısı, kullanılan hammaddelerin olgunluğu, peynir pH'ı, kuru madde içeriği, yağ içeriği, iyon konsantrasyonu, eritme tuzunun cinsi, konsantrasyonu ve işlem koşulları gibi birçok faktörden etkilenir. Eritme tuzunun rolü, kalsiyumu bağlayarak protein sisteminden yani kazeinlerden (para-kazeinat kompleksi) uzaklaştırılması, proteinin peptitleştirilmesi, hidratlanması ve dağıtılması yoluyla proteinin emülsifiye etme kabiliyetinin arttırılmasıdır. Bu işlemde para-kazeinat bileşik halindeyken kalsiyum fosfatlar ile yer değiştirir. Yer değiştirme, kazeinin emülsiyon oluşturma ve eritme kabiliyetini geliştirerek gerçekleşip su içinde de yağ emülsiyonları oluşturur. Doğal peynirde, yağ kürecikleri bir protein matriksi içinde toplanır ve küresel bütünlüklerini koruyabilirler. Eritme peyniri haline getirildiğinde peynirin ilk ısıtılmasıyla serbest yağ ayrılır ve yeniden emülsiyon haline getirilir. Burada eritme tuzlarının emülsiyon yapıcı etkisi devreye girmektedir. Eritme tuzlarının gösterdiği ilave etkiler, pH artışı (çoğu durumda), tamponlama, su içinde yağ emülsiyonunun stabilizasyonunun ve yapısının oluşumudur (Şekil 2.1) (Mulsow vd., 2007; Hoffman vd., 2012).



Şekil 2.1 Eritme işlemi mekanizması şematik gösterimi (Patart, 1986).

Proteinin yapısındaki kalsiyum fosfat miktarı azaltıldığı zaman, kazeinin suda çözünürlük seviyesi artışına bağlı olarak emülsiyon oluşturma kapasitesi artar. Peynir yapısındaki kalsiyum-parakazeinattan, emülsifiye edici tuzlar yardımıyla kalsiyum uzaklaştırılır. Ortamdaki çözünmeyen parakazeinat çözünür hale gelir ve peynir proteinlerinin emülsiyon oluşturma kapasitesinde artış meydana gelmektedir (Alper, 2012)

Peynirlerde oluşan kontaminasyon sonucu ortaya çıkan kalite kusurlarının başında göz açma da denilen geç şişme ve erime problemleri gelmektedir (Yaygın ve Dabiri, 1989). Blok eritme peynirlerinde kullanılan emülsifiye edici tuzlar, bakteriyostatik etki gösterse de yüksek pH'ya sahip olduklarından ortamın pH'sının yükselmesine neden olmaktadır. Yüksek pH'da mikrobiyal gelişme riski artmaktadır. Geç şişme problemine *Clostridium* cinsi bakterilerden *Clostridium tyrobutiricum* ve *Clostridium butyricum* sebep olmaktadır. Dolayısıyla, üründe gözeneklilik ve şişme şeklinde ortaya çıkan problemler sonucu maddi kayıplar oluşmaktadır. Üreticiler bu ve benzeri problemleri önlemek için eritme esnasında, kullanımı izin verilen ülkelerde nitrat, lizozim, nisin ve benzeri farklı koruyucuları ilgili yasalar kapsamında ilave etmektedirler (Üçüncü, 2004; Öztürkcan ve Acar, 2017). Türk Gıda Kodeksi'ne (2017) göre peynirde nitrit ve nitrat kullanımı yasal değildir.

Blok eritme peyniri üretiminde emülsifiye edici tuzların oranları önemli olmakla birlikte, fazla kullanımlarında birçok parametre değişkenlik göstermektedir (Mayer, 2001). Yağ oranı az olan peynirlerin daha yüksek eritme tuzuna ihtiyaç duyduğuna dair çalışmalar mevcuttur. Kullanılan fosfat tuzu % 2-% 3,5 arasında değişirken, sitratlar % 4,5'a kadar kullanılabilir (Hurşit, 2008). Mono-di-tri sodyum sitrat tuzları mevcuttur. Sitratların kremleştirme özelliği fosfatlara göre daha zayıf olduğu için, kesilebilir özellikteki blok eritme peyniri

retiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Polifosfatın bir türü olan difosfatların ise sitratların aksine kremleştirme özelliği yüksektir bu nedenle daha çok sürülebilir eritme peynirlerinde tercih edilmektedir. Ortofosfat olarak bilinen tuzlar monofosfatlardır ve peynire keskin bir lezzet verirler. Polifosfatlar tamponlama özelliği yüksek olan tuzlardır. Hidrolizleri ortamdaki konsantrasyonlarına, sıcaklığa, pH değerine, kalsiyum konsantrasyonuna bağlıdır ve asidik ortamda gerçekleşir. Stabilit ortam nötr veya alkali zellikleyken oluşur. Eğer ortam sıcaklığı artarsa hidroliz hızı artar ve polifosfatlar önce trifosfatlar sonra difosfatlara daha sonra da ortofosfatlara hidrolize olur. Üretimde başlar ve depolamada devam eder. Kalan kısmın hidrolizi depolamanın 2. ayından sonra tamamen bitmektedir. Böyle bir durumda ortamda pH azalır ve depolamada pH'ın artması engellenmiş olur (nc, 2004; Doruk, 2018).

Eritme peyniri üretiminde emülsüfiye edici tuzların fazla kullanılması sonucu peynirde acılaşma oluşmaktadır (Cankurt, 2015). % 3 oranında maksimum kullanım oranı önerilen miktardır. Blok eritme peyniri üretiminde sitrat kullanılması halinde tuzlarla üretilen peynirlere göre daha yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanmalıdır (Alper, 2012).

Sadlikova vd. (2010) yaptığı çalışmada farklı eritme tuzlarının (Na_3P_04 , Na_2HPO_4 , $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, sodyum polifosfat) ve bunların karışımlarının (sodyum polifosfat + Na_2HPO_4 ; sodyum polifosfat + $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) % 40 kuru madde ve % 50 kuru maddede yağ içeren model eritme peynirinde vizkoelastik özelliklerini incelemiştir. Farklı fosfat tuzlarıyla üretilen eritme peynirleri farklı pH ve vizkoelastik yapı göstermişlerdir. Peynirin sertliği üzerindeki etkisi ortofosfat <polifosfat <difosfat <trifosfat şeklinededir. İkili eritme tuzu karışımlarındaki polifosfat tuzu oranının % 50'den fazla olması halinde, model örneklerde sertliğin artmasına neden olduğunu grlmştir.

Awad vd. (2002) sodyum difosfat, sodyum polifosfat ve sodyum trifosfat karışımı ile sodyum polifosfat, sodyum sitrat, sodyum ortofosfat ve sodyum difosfat içeren 2 farklı içerikteki eritme tuzlarını kendi içinde farklı oranlarda karıştırdıktan sonra eritme peynirine ilave etmiştir. Üretilen peynirlerin her birinde yapışkanlık,

sertlik, sakızımsılık gibi tekstürel değerleri incelenmiş olup, incelenen parametrelerin birbirinden çok farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

2.2 Peynirde Bozulmalar

Peynirlerde bozulmayı etkileyen en belirgin faktörler; su aktivitesi (a_w), pH, tuz ve nem oranı, sıcaklık, mikrobiyal flora ve starter kültürün özellikleridir. Yüksek pH değeri düşük tuz ve düşük nem oranlarına sahip olan yumuşak veya olgunlaşmamış peynirler en hızlı şekilde bozulurken, olgunlaştırılmış düşük pH, düşük a_w ve düşük redoks potansiyeline sahip peynirler daha dayanıklıdır (Johnson, 2001).

2.2.1 Bakteriyel bozulmalar

Pseudomonas, *Micrococcus*, *Aerococcus*, *Lactococcus*, spp. ve *Enterobacteriaceae* gibi aerobik psikrotrof mikroorganizmalar ile heterofermentatif laktobasiller ve spor oluşturan *Bacillus* ve *Clostridium* türleri, *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Streptococcus* türleri ve *Staphylococcus aureus* peynirde bozulmaya neden olan bakteriler arasında yer almaktadır. Kontaminasyon özellikle meme uçları, sağım makineleri ve alet-ekipman temizlik ve hijyen kaynaklı olabilmektedir. Aynı zamanda yetersiz ısı işlem sonucu da bozulmalar gözlenebilmektedir (Atabey, 2011). Bu nedenle öncelikle sütün sağlıklı hayvanlardan ve hijyenik şartlarda elde edilmesi gerekmektedir (Cankurt ve Sağdıç, 2019). Üretim proseslerinde uygulanan ısı işlemler mikroorganizmaları inaktif hale getirse bile, yapılan birçok çalışmada sonraki süreçlerde meydana gelen bulaşmaların da (personel, alet-ekipman kaynaklı) bozulmalara neden olduğu bildirilmektedir.

Bacillus licheniformis, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. mycoides* ve *B. megaterium* sporlu bakteriler, özellikle dışkı veya silaj (mayalı yemler) ile kontamine olmuş çiğ süttten kaynaklanırken, mastitis ile enfekte olmuş bir sütte ise en yaygın mikroorganizmalar, *Streptococcus* türleri ve *Staphylococcus aureus*'tur. Bu bakteriler ısı işlemine dirençli oldukları için peynirlerde pastörizasyon ve pişirme işlemi ile tamamen inaktive olmazlar. Ortamda hayatta kalanların birçoğu (ısı şoku)

aktive olur ve böylece uygun şartlarda çimlenmeye hazırlanırlar (Giffel vd., 2002; Deeth ve Lewis, 2017). Sütün bu nedenle toplam bakteri sayısı artar.

Olgunlaşma ile peynirlerde fermentasyon sonucu oluşan bütirik asit, asetik asit, karbondioksit ve hidrojen nedeniyle peynirde gaz oluşumu gözlenebilir (Dasgupta ve Hull, 1989). Sporlu bakterilerin de peynirde gaz oluşumuna neden olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Sporların, besin maddelerinin tükenmesi, ısı, ortamda dezenfektan varlığı, yüksek sıcaklık, yüksek basınç, UV ışığı ve asitlik gibi birçok strese karşı koyabildikleri bilinmektedir. Uygun koşullar altında sporlar çimlenerek, toksin üretirler ve geliştikleri ortamda bozulmalara neden olurlar (Myhara ve Skura, 1990; Oliveira vd., 2016). Sporlar, aerobik ve anaerobik bakteriler tarafından üretilebilmektedir. Toprak ve dışkı kaynaklı sporlu bakterilerin kontaminasyon sonucu, ortamda gelişerek üretim ekipmanları ve üretim alanlarında oluşturdıkları biyofilm, peynir için yüksek risk oluşturmaktadır (Mosteller ve Bishop, 1993; Oliveira vd., 2016).

Sporlu anaerobik bakteriler *C. butyricum*, *C. sporogenes*, *C. tyrobutyricum*, çoğunlukla salamuralı, tuzlu, sert ve yarı sert peynirlerde (örneğin Gouda, Edam, Emmental, Gruyere) geç şişme kusuruna neden olmaktadır. Benzer şekilde yumuşak, nemi yüksek, 5,0-6,5 pH aralığındaki blok eritme peynirlerinde de geç şişmeye neden olmaktadır (Špehar vd., 2020; Cogan ve Beresford, 2002). Ternström vd. (1993) Norveç'teki çiğ süt fabrikalarında, peynir üretiminde kullanılan sütlerin bozulmasına neden olan bakterilere ilişkin yaptıkları bir çalışmada, genelde sütlerde kontaminasyon sonucu bozulmaya neden olan bakterilerin psikrotrofik *Pseudomonas spp.* olduğu ve İsviçre'deki sütlerde bozulmaya neden olan bakteriler ile benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada bazı örneklerde ortam, *Clostridium spp.*, *Bacillus spp.* vb. sporlu gram pozitif bakteri gelişimini tespit edebilmek için nitrit ve nitrat eklenmiştir. Çalışma sonucunda gram pozitif bakterilerin nitrit ve nitrat bulunan ortamdan etkilendiği görülmüş olup, numunelerin % 77'sinde fermentatif şekilde üreyen *Bacillus spp.* 'nin (*B. cereus*, *B. polymyxa* vb.) bozulmaya neden olduğu görülmüştür.

Homofermentatif laktik asit bakterileri peynirde fermente edilebilir şekerleri metabolize edemediğinde, laktobasil ve leukonostok gibi heterofermentatif laktik

asit bakterileri fermentasyonu tamamlar ve peynirde gaz oluşumuna neden olur. Ayrıca sütte bulunan koliformlar da peynirde gaz oluşumuna ve buna bağlı kusurlara sebep olmaktadır. Propiyonik asit bakterileri ve *Lactobacillus fermentum* da peynirde göz gelişimi ve lezzet farklılığına neden olabilmektedir (Nath ve Kostak, 1985). Glutamik asidin dekarboksilasyonu ile CO₂ ve 4-aminobütirik asit oluşturan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus helveticus* peynirde çatlaklara sebep olmaktadır (Zoon ve Allersma, 1996). Karbondioksit oluşması sonucunda *Pseudomonas* türü bakteriler inhibe olurken laktik asit bakterileri olan *Enterobacteriaceae* ve mayalar gibi fakültatif bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ortamda hâkim olurlar ve bu da ortamda anaerobik patojenlerin gelişme potansiyelini artırır (Gün, 2014).

Melilli vd. (2004) pasta-filata peynirlerinde düşük oranda başlangıç tuzu ve daha yüksek sıcaklıkta salamura kullanımının (18 °C) peynirde gaz oluşumuna neden olan koliformların gelişimine olanak sağladığını tespit etmişlerdir. Süzme peynirin pH ve depolama sıcaklığının yüksek olmasının *Enterobacter agglomerans* ve *Pseudomonas spp.* gelişimini etkilediği bildirilmiştir (Brocklehurst ve Lund, 1988).

Yumuşak peynirlerde lipolitik ve proteolitik enzimlerin varlığında *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter* ve *Flavobacterium* gibi psikrotroflar buzdolabı koşullarında dahi gelişebildikleri için peynirde bozulmalara ve dolayısıyla istenmeyen tat-kokuya neden olmaktadır (Farkye ve Vedamuthu, 2002). Yapılan bir çalışmada bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların bazıları, 7 °C’de inkübe edildiklerinde nispeten düşük pH değerlerinde dahi (4,6-7,7) gelişebilmiştir. Sıcaklık 20 °C’ye çıkarıldığında ise daha düşük pH (3,6)’da gelişebildikleri tespit edilmiştir.

Staphylococcus aureus ekzotoksinler (enterotoksin) ve endotoksinler olarak iki tip toksin üretmektedir. Enterotoksinler gıda zehirlenmelerine neden olmaktadır. Piyasadan toplanan birden fazla peynir çeşidi ile yapılan bir çalışmada, toplanan peynirlerden 50 adet kaşar peynirlerinden % 4’ünde *S. aureus* ile kontamine olduğu görülmüştür (Atabey, 2011). Norveç’te Jakobsen vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada *S. aureus* negatif çiğ sığır sütü ile üretilen 38 adet Norveç peynirinin

23'ünde 5-6 saatlik pıhtı baskılama sonrasında yüksek sayıda *S. aureus* tespit edildiği bildirilmiştir. İsviçre peynirinde yapılan başka bir çalışmada peynirlere inoküle edilen *S. aureus* ortamda 10^5 kob/ml sayısına ulaştığında enterotoksin geliştirdiği görülmüştür (Schwendimann vd., 2020).

Yalçın vd. (2007), farklı satış noktalarından tedarik ettikleri 30 adet Urfa peynirinde yaptıkları çalışmada TAMB, koliform bakteri, maya-küf, *S. aureus* ve laktobasil bakteri sayımı yapmışlardır. Çalışma sonucunda peynirlerin çoğunda, gıda zehirlenmesine sebep olabilen *S. aureus* ve hijyen indikatörü olarak kabul edilen koliform bakteriler tespit edilmiştir. Bu bakterilerin, üretimde genellikle çiğ süt kullanılmasından, üretim ve satış koşullarında hijyenik çalışılmadığından ve peynirlerin yeterince olgunlaştırılmamasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Koliform grubu bakterilerden biri olan *E. coli* bağırsak kaynaklı bir bakteri olduğu için gıdalarda tespit edilmesi, fekal (dışkı ile) bulaşma olduğunun dolayısıyla hijyenik olmayan bir üretimin yapıldığının göstergesidir (Erol, 2007). Yapılan birçok çalışmada kaşar ve beyaz peynirde üretim ve diğer aşamalardan kaynaklı *E. coli* çapraz bulaşmaları olduğu bildirilmiştir (Öksüztepe vd., 2009). Yıldız vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada da pazardan satın alınan peynirler incelemiş olup, peynirlerin TAMB sayılarının oldukça yüksek olduğu ve koliform ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada peynire uygulanan ısıl işlemin mikroorganizmaların inhibisyonu için yetersiz olduğu bildirilmiştir.

2.2.2 Fungal bozulmalar

Fungal bozulmalar, peynirin renk veya dokusunda gözle görülür değişikliklerin yanı sıra, tat ve aromasında da değişikliklere neden olan maya ve küfler tarafından üretilen çeşitli metabolik yan ürünlerin oluşumuyla kendini göstermektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda oluşan bu metabolitlerin toksik özellikli olabileceği saptanmıştır (Çolakoğlu ve Erkol, 2018). Yüzey nemi, genellikle peynir yapısındaki laktik asit, peptitler ve amino asitler yüzeyde fungal gelişmeyi kolaylaştırır (Horwood vd., 1987).

Eritme tipi peynirlerde uygun olmayan depolama ve üretim aşamaları üründe maya ve küf gelişimine neden olabilmektedir. Bu doğrultuda yapılmış birçok çalışmada yüksek pH ile a_w sahip peynirlerin üretiminde paketleme ve depolama gibi aşamalara dikkat edilmesi gerektiği özellikle vurgulanmaktadır (Tamime vd., 2011).

Koliformlar, heterofermentatif laktik asit bakterileri ve spor oluşturan bakterilerin yanı sıra mayalar da peynirde gaz oluşumuna ve buna bağlı kusurlara sebep olmaktadır. İstenmeyen aroma ve gaz oluşumu genellikle maya sayısı 10^5 - 10^6 kob/g'ye ulaştığında tespit edilir (Giudici vd., 1996). Vakumlu veya modifiye atmosferde ambalajlanmış peynirlerde yüksek miktarda CO₂ ortaya çıkabilir (Vivier vd., 1994). *Kluyveromyces marxianus*, *Geotrichum cveidum*, *Debaryomyces hansenii* ve *Pichia spp.* gibi bazı proteolitik maya türleri, istenmeyen tat ve koku olan yumurta kokusuna benzer sülfürleri üretir (Johnson, 2001).

Mayaların peynirdeki olumsuz etkilerinin yanı sıra kontrollü şekilde üremeleri sağlandığı takdirde olumlu etkileri de mevcuttur. Mayalar, peynirin olgunlaşma süresince oluşan laktik asiti kullanır ve ortamda asitliğin azalması ile olgunlaşma süresinin sonuna doğru pH'yı yükseltir. Starter kültür ile birlikte peynirde tat ve aroma gelişimini sağlayan türleri mevcuttur. Ayrıca bazı mayaların laktoz, protein, lipid ve bazı organik asitleri kullanabildiklerinden peynire özgü tat ve aroma bileşenlerinin gelişimine ve patojen mikroorganizmaların inhibisyonlarına katkı sağladıkları raporlanmıştır (Yalçın vd., 2007).

Küfler, farklı pH, sıcaklık ve substrat aralığında gelişebilmektedir. Peynirin iç kısımlarına nüfuz ederek gelişim gösterebilirler (Prusky ve Yakoby, 2003). Ortam şartlarının etkisiyle çevrede üreyen sporlar sayesinde yayılırlar. Oksijenin olduğu ortamlarda, peynir yüzeyinde kolaylıkla gelişebilirken, düşük pH'da gelişmekte zorlanırlar. Ancak bazı küfler düşük oksijen miktarlarındaki ortamda da gelişebilmektedir. Vakum paketlenmiş peynirlerde yaygın olarak bulunan küfler arasında bulunan *Cladosporium* ve *Penicillium* peynirlerde en sık görülen küf cinslerindendir (İlhan vd., 2009; Kırtıl vd., 2020).

Küf türlerinin çoğu, peynir üretim alanlarındaki şartlara çok kolay uyum sağlar. Bu nedenle bir üretim tesisine bulaşmaları halinde üreyip geliştiklerinde ortamdan küfleri arındırmak çok zor olabilmektedir. Kaşar peynirlerinde “ipliksi küf” kusurlarına neden olan fungusların, yapılan bir çalışmada peynir üretim alanlarındaki alet-ekipmanda, hava ortamında ve kullanılan hammaddelerde bulunduğu saptanmıştır. Danimarka'da ise peynir üretim tesislerinde *Penicillium* türlerinin 7 yıl boyunca peynir üretim ve paketlenme alanlarında devamlılığını sürdürdüğünü gösteren çalışmalar mevcuttur (Lund vd., 2003). Başka bir çalışmada ortamda ve çiğ sütlerde *Byssoschlamys nivea* ve *Talaromyces avellaneus*, *Neosartorya fischeri*, *Neosartorya var. spinoza* ve *Eupenicillium brefeldianum* 'un bulunduğu tespit edilmiştir (Ledenbach ve Marshall, 2009).

Küf ile kontamine olmuş peynirlerin eritme peynirinde kullanımı mikotoksin olarak adlandırılan aflatoksin, okratoksin ve sterigmatoksin varlığına neden olmaktadır (Tamime vd., 2011). *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türlerinin ürettiği mikotoksinler kanser yapma eğiliminde olup, insanda kalıtsal problemlere yol açabilmektedir. Aflatoksin, *A. flavus* ve *A. parasiticus* 'un ürettiği bir mikotoksindir. Çeşitlerinden aflatoksin B₁ (AFB₁) 'in toksisitesi diğerlerinden daha yüksektir. Bu toksinler, içeriğinde toksini barındıran yemlerle beslenen süt hayvanlarından süte geçmektedir. İnsan ve hayvan sağlığı açısından çok büyük riskleri taşıması sebebiyle gıdalardaki miktarları yasal olarak düzenlenmiştir. Yapılan bir çalışmada vakum paketlenmiş kaşarların mikrobiyolojik kalitelerinin AFM₁ miktarının Elisa Metodu ile belirlenmesi hedeflenmiştir (Günşen ve Büyükyörük, 2003). Bu çalışmada peynirlerin büyük çoğunluğunda yüksek miktarda maya-küf tespit edilmiştir. Yine aynı peynirlerin bazılarının yüksek miktarda aflatoksin içerdiği görülmüştür. Buna karşın aynı tür peynirlerdeki aflatoksin içeriğine dair Yalçın vd. (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada, bazı peynirlerde az da olsa aflatoksin tespit edilmesi nedeniyle peynirlerin risk taşıdığı belirtilmiştir.

Çolakoğlu ve Erkol (2018) yaptıkları çalışmada, peynirden izole edilen bozulmaya sebep olan maya-küflerin ilkbahar ve yaz aylarında sağım koşulları ve hava sıcaklıkları nedeniyle artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda peynirde bozulmanın *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*,

Closodosperium spp., *Trichoderma spp.* ve *Scopuleriopsis spp.* kaynaklı olduğu bildirilmiştir. Bozulan peynirlerde *Penicillium*'un en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir (Kure vd., 2004; Rusu ve Sindiler, 2004). Peynir yüzeyinde okratoksin A (OTA) ve sitrinin gibi mikrotoksinleri üretebilen tür *Penicillium verrucosum* olup, OTA insanlarda böbrek hastalıklarına neden olabilmektedir (Kamber, 2008; EFSA, 2020)

Fungusların yaklaşık 20 türünün ürettiği mikotoksinlerin, hayvanlarda çok ciddi sağlık sorunlarına yol açtığı belirlenmiştir (Çolakoğlu ve Erkol, 2018). Gıda kalite ve güvenirliliği açısından yüksek öneme sahip olan mikotoksin metabolitinin oluşumunu engellemek için ortamdaki fungusları kontrol etmek gerekmektedir (D'Mello vd., 1997). Bu nedenle bozulmayı azaltmak ve gıda güvenirliliğini sağlayabilmek için farklı muhafaza tekniklerinin uygulanması söz konusu hale gelmiştir (Suhr ve Nielsen, 2004).

Eritme peynirleri, *B. nivea* gibi ısıya dayanıklı küfler tarafından bozulmaya karşı hassastır (Pitt ve Hocking, 1999). *B. nivea*, % 0,5'ten az oksijen ve % 20-40-60 karbondioksit içeren kısıtlı oksijen ortamında gelişebilmektedirler (Taniwaki, 1995). Bu küfün blok tipi eritme peynirlerinde yok edilmesi zordur. Engel ve Teuber (1991), *B. nivea ascospores* suşlarının süt ve kremadaki ısı direncini çalışmış ve suşa bağlı olarak 92 °C' de 1,3-2,4 s'lik bir D değeri belirlemiştir. Yaptıkları çalışmada *B. nivea* ve diğer ısıya dayanıklı türlerin askosporlarının, *Talaromyces avellaneus* gibi pastörizasyondan sağ çıkabileceğini göstermişlerdir.

2.2.3 Enzimatik bozulmalar

Peynir üretim süreçlerinde doğal olarak sütün yapısında bulunan, pıhtı oluşturmak için süte eklenen ya da bakteri ve funguslar tarafından üretilen enzimlerin belli oranlarda ortamda bulunması lezzet gelişimine olumlu etki etmektedir. Diğer bir yandan birçok süt ürününde, mikrobiyal enzim kalıntılarının aktivitesi sonucu son kullanma tarihine ulaşmadan önce lezzet kusurlarının yanı sıra diğer kalite kusurlarına da rastlanmaktadır. Örneğin; proteolitik enzimler viskozite artışına, acı tat gelişimine ve jelleşmeye neden olabilir (Neubeck vd., 2015). Peynirde en çok rastlanan kusurlardan acılık ve ransidite çoğunlukla peynirde

bulunan psikrofilik özellikteki *Pseudomonas* türleri nedeniyle oluşmaktadır (Yerlikaya, 2018). Bulunduğu ortamda *Pseudomonas fluorescens*, serbest doymamış yağ asitlerinin aldehitlere ve ketonlara okside olmasına neden olabilmektedir. Ortamdaki sayıları 10^7 kob/ml civarına ulaşması halinde lezzet, aroma, görünüş vb. kusurlara neden olacak miktarda enzim üretebilirler. *Pseudomonas* türü bakteriler inaktif hale getirilse dahi peynir ortamında proteazlar, fosfolipazlar ve lipazlar gibi ürettikleri mikrobiyal enzimler bulunabilir. Bu enzimlerin bazıları ısıya dirençlidir (Ledenbach ve Marshall, 2009).

Düşük pH, lipaz aktivitesini sınırlarken Brie ve Camambert gibi peynirler, pH'ları olgunlaşma ilerledikçe arttığı için lipolize karşı özellikle duyarlı hale gelmektedir (Dumont vd., 1977). Lipazlar, trigliseritlerin aroma kusurlarına neden olan serbest yağ asitlerine ve gliserole hidrolizini katalize eder. Proteazlar kazeini bozarak sütte acılığa, UHT ile sterilize edilmiş sütün jelleşmesine ve yumuşak peynir veriminin düşmesine neden olur. Lesitinazlar, süt yağı globül zarlarını bozarak, süt yağının lipazların etkisine duyarlılığını artırır (Arslan vd., 2011).

2.3 Gıda Muhafaza Teknikleri

Üretim tekniğine uygun bir şekilde farklı besin gruplarında, farklı muhafaza teknikleri uygulanarak gıda bozulmalarının önlenmesi hedeflenmektedir (Öztürk vd., 2006). Muhafaza teknikleri çok farklılık gösterebilmektedir.

Gıda muhafaza teknikleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (Russell ve Gould, 2003).

1. Düşük sıcaklıkta depolama
2. Su aktivitesini (a_w) düşürme
3. Vakum ve modifiye atmosferde paketlenme
4. Asitlendirme
5. Koruyucu kullanma
6. Isıl işlem
7. Isıl işlem olmayan teknolojiler uygulama
8. Fiziksel koruma teknikleri vb.

Gıdaların raf ömrünün uzatılması, ihtiyaç olunan farklı noktalara ürünlerin dağıtımı, gıda güvenilirliğinin sağlanması, lezzet, görünüş yapı vb. kalitelerinin korunması gibi süreçlerde teknolojik açıdan yeni gereksinimler ortaya çıkmıştır. Bu nedenle gıdalarda katkı maddelerinin kullanımı yaygınlaşmıştır (Yurttagül ve Ayaz, 2008; Armutak ve Bayındırlı, 1995).

Katkı maddeleri gıdanın yapısında doğal olarak bulunmazlar ancak üretim ve paketlenme gibi prosesler esnasında gıdaya eklenirler (Boğa ve Binokay, 2010; Anonim, 2017). Koruyucu katkı maddesi ilavesi, uzun yıllardır uygulanan en bilindik ve kullanımı en cazip yöntemdir (Suhr ve Nielsen, 2004; Tian J vd., 2012).

2.3.1 Koruyucu madde kullanımı

Koruyucu madde kullanımı, maya, küf ve bakteri vb. kaynaklı gıda bozulmalarını azaltmak, gıda güvenliğini sağlamak için etkin şekilde kullanılan bir yöntemdir. Koruyucu maddeler, gıdanın korunmasında başlıca kullanılan katkı maddelerindendir. Kolay uygulanabilir olması nedeniyle cazip bir yöntem olarak görülmüş olup uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (Tamime vd., 2011). Gıdada kullanılan koruyucu maddeler Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Gıdada kullanılan koruyucu maddeler (Russell ve Gould, 2003)

Gıdada Kullanılan Koruyucu Maddeler	Kullanım Örnekleri
Zayıf lipofilik organik asit ve esterleri Sorbit ve esterleri, benzoat ve esterleri (metil, propil vb...), propiyonat	Peynirler, şuruplar, pastalar, turşu, alkolsüz içecekler, salamura balık ürünleri, ekmek, kekler, tahıllar
Organik asitler Laktik asit, sitrik asit, malik asit, asetik asit	Mayonezler, soslar, salatalar, içecekler, meyve suları ve konsantreler
Mineral asitler Fosforik ve hidroklorik asit	Alkolsüz içecekler
İnorganik anyonlar (SO ₂ ' metabisülfid)	Meyve parçaları, kurutulmuş meyveler, şarap, et (sosis)
Nitrit	Kurutulmuş etler, peynirler
Antibiyotikler Nisin, pimarisin (natamisin)	Peynirler, konserve ürünleri, yumuşak meyveler, fermente etler
Enzimler Lizozimler	Peynirler
Tütsü	Etler ve balık

Propiyonik asit, sorbik asit, benzoik asit, formik asit, asetik asit, sülfürdioksit, p-hidroksibenzoik asit, bazı antioksidanlar tylosin, nisin, natamisin, nitrit, laktoferrin, vb. gıda koruyucuları, ilgili ülke yasalarınca kullanımı izin verilmesi halinde yaygın şekilde süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Suhr ve Nielsen, 2004; Alan ve Öksüztepe, 2020). Koruyucu katkı maddesinin gıdalarda istenmeyen ve kontaminasyon sonucu bulaşan bakteri, maya, küfleri inhibe etmek ya da tamamen öldürmektir. AB’de E200-E285 aralığındaki katkı maddeleri koruyucular olarak sınıflandırılmıştır (Alan ve Öksüztepe, 2020). Sorbik asit ve tuzları, etki alanı geniş koruyuculardandır (Özdemir ve Demirci, 2006). Süt ve süt ürünlerinden en çok peynirde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Suhr ve Nielsen, 2004; Alan ve Öksüztepe, 2020).

2.3.2. Sorbik asit ve tuzları

Sorbik asit ve tuzları, gıda üretiminde endüstriyel olarak yaygın şekilde kullanılan koruyucu katkı maddeleridir. Genelde tuz formları kullanılmaktadır. Sorbik asitin ilk defa 1859 yılında Alman bilim insanı tarafından yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyal özelliği olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar ile sorbik asit ve tuzlarının antifungal özellikleri ortaya konmuş ve bu çalışmalar gıda endüstrisinde yeni gelişmelere ışık tutmuştur (Dinçoğlu, 2005)

Sorbik asit ve tuzlarının maya ve küfler üzerinde daha etkili inaktivasyon sağladığı, aynı zamanda bakteriler üzerinde de inhibe edici etkileri olduğu tespit edilmiştir. 50 yıldan fazla süredir mikroorganizma kaynaklı problemleri önlemek için tüm dünya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sorbik asit gıda ortamındaki mikrobiyal yükü, mikroorganizmaların türü, gelişmesi, ortam şartları ve gıdaların kendi yapılarından kaynaklanan bozulmasını önleyici sistemlerini etkilemektedir. Birçok maya ve küf ve bakteriler üzerindeki etkisi yaygın olarak bilinmektedir (Öztürkcan ve Acar, 2017). Ancak bazı mikroorganizmalar üzerinde etkisi olmadığı da birçok çalışmada bildirilmiştir. Bu doğrultudaki çalışmalara bakıldığında bazı mikroorganizmaların yüksek sorbat konsantrasyonunda da üreyerek sayılarının artabildiği, hatta bazı mikroorganizmalar tarafından sorbatın metabolize edildiği bildirilmiştir (Davidson vd., 2005). Genelde sorbatlar % 0,05-0,3 (w/w) konsantrasyon aralığında gıdaya eklendiklerinde etkilidir.

Konsantrasyonu % 0,1 ve üzeri değerlerdeyken istenmeyen tat ve koku oluşumuna neden olabilmektedir. Bazen sorbatların inhibe ettiği mikroorganizmaların ortamda sayısının azalması veya tamamen yok olması sebebiyle, sorbatın tesir edemediği mikroorganizmalar ortama hakim olabilmektedir (Dinçoğlu, 2005; Alan ve Öksüztepe, 2020)

Sorbik asit doğada lakton formunda bulunmaktadır. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$ yapısında, düz zincirli bir 6 karbona sahip α , β doymamış mono-karboksilik asit zinciridir ve bir organik asittir. Yapısı saf halde beyaz katı kristalimsi toz formundadır. Aynı zamanda çözeltide granül olarak da bulunabilmektedir ve kokusuzdur. Işık ve sıcaklık, yapısında değişikliklere sebep olabilir. Oda sıcaklığında erime noktası 132-137 °C'dir. Sorbik asit ilk kez A.W. Hoffman tarafından doğada *Sorbus aucuparia* latince adlı uvez ağacının olgunlaşmamış meyvelerinden elde edilmiştir. Nötr tattadır ve ısıya maruz kaldığında süblimleşme özelliği gösterir (Dinçoğlu, 2005). Bu sebeple gıdalara ısıl işlem uygulamasından sonra eklenmesi daha uygundur. Toksik olmadığı bilinen zayıf lipolitik özellik gösteren bir asittir (Mamur vd., 2018). Food and Drug Administration (FDA) tarafından “genel olarak kullanımı güvenli bulunan” anlamındaki GRAS sınıfında bir koruyucu katkı maddesidir (Dinçoğlu, 2005 ve FDA SCOGS 57 report, 1975) Sudaki çözünürlükleri ortam pH'ı ve sıcaklığından etkilendikleri için değişebilir. Bitkisel yağlarda sorbik asit potasyum tuzundan daha iyi çözünür. Sükroz, glikoz ve NaCl gibi çözünebilir maddelerin ortamdaki konsantrasyonu arttıkça sorbik asidin sudaki çözünürlüğü azalır ve düşük konsantrasyonlarda bile mikroorganizmalar üzerinde etki gösterebilir (Davidson vd., 2005; Dinçoğlu, 2005).

Sorbik asit suda az çözünür özelliğe sahiptir. Esterler ve tuz formları, sorbik asitin karboksil grubunun tepkimesiyle meydana gelmektedir. NaOH ya da KOH varlığında çözünebilmekte ve glikol ya da etanol varlığında eriyebilir özellik kazanmakta, dolayısıyla çözünürlüğü artmaktadır (Dinçoğlu, 2005).

E kodlarına göre sorbik asit ve tuzları aşağıda yer almaktadır.

- Sorbik asitin kendisi (E200): Suda 25 °C'de çözünürlüğü % 0,16

- Potasyum sorbat (PS) (E202): Suda 25 °C’de potasyum tuzunun PS oranı % 50’nin üzerindedir. Kullanılan formlarıdır ancak suda çözünürlüğü iyi olduğundan gıda uygulamalarında en çok PS tercih edilmektedir.
- Sodyum sorbat (E201): Sodyum sorbat suda çözünürlüğü yüksek olmasına rağmen sıvı halde kararsız olduğu ve çok hızlı bir şekilde oksidasyona uğradığı için çok tercih edilmez.
- Kalsiyum sorbat (E203): Kalsiyum sorbat kullanımı ise çok sınırlıdır. Oksidasyona karşı çok dirençlidir. Bu sebeple fungostatik kaplamaların üretiminde kullanılır (Lück, 1990).

Sorbik asit ve tuzları ile yapılan çalışmalarda günümüze kadar toksik etkisi olmadığı bildirilmesine rağmen, bazı çalışmalarda böbrekler ve kolesterol seviyesi üzerine olumsuz etkileri olduğu ve belli kullanım oranlarının üzerinde genotoksik etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Ünlü ve Bayır, 2022; Mamur vd., 2018). Gıdalarda kullanımına izin verilen maksimum miktar istisnai durumlar hariç genelde % 0,1 ile % 0,2 arasındadır. Ülkemizde kullanılan maksimum limitleri, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde hemen hemen tüm gıdalarda kullanılan sorbik asit ve sorbatlar için güncelleme yapılmıştır (TGK, 2018). Blok eritme peynirinde maksimum kullanım miktarı 2000 ppm’dir. Bebek formülleri ve devam formüllerinde kullanımına izin verilmemektedir (TGK, 2018). ADI değeri 0-25 mg/kg vücut ağırlığıdır (Anonim, 2013).

2.3.3 Sorbatın etki mekanizması

Sorbatların, maya ve küfler üzerine etkileri üzerine yapılan çalışmaların yanı sıra gram negatif, gram pozitif, katalaz negatif, katalaz pozitif bakteriler ile aerob, anaerob, psikrofilik, mezofilik ve termofilik bakteriler üzerinde etkileri olduğuna dair birçok çalışma ortaya konmuştur (Dinçoğlu, 2005).

Sorbik asit ve tuzlarının antimikrobiyal etki mekanizması tam olarak açıklanamamaktadır. Bazı araştırmalarda mikroorganizmalar tarafından üretilen enzimlerin sistematığı ile ilişkilendirilmiştir. Sorbik asidin, yağ asitlerinin β oksidasyonunda bazı dehidrogenaz enzimlerini etkisiz hale getirmesi bu etki mekanizmasına verilecek en önemli örneklerdendir. Sorbik asidin etkileşimi

sonrasında inaktif hale gelen enzim ile hücre sistem metabolizması bozulmaktadır. Bozulan hücre kendini onaramadığı için hücre ölümü gerçekleşmektedir. Küflerin inhibisyonu genel olarak bu sistemle açıklanmaktadır (Dinçoğlu, 2005).

Sülfidril içeren enzim fumerazin sorbik asit ile aynı ortamda bulunması halinde katalaz pozitif bakteriler, maya ve küflerin oksidatif metabolizma inhibisyonu oluşur. Ayrıca aspartaz, süksinik dehidrogenaz ve maya alkol dehidrogenaz vb. sülfidril içeren enzimler de bu mekanizmadan etkilenmektedir. Sorbatlar koenzim A ve asetat ile birleşerek solunumu inhibe edebilirler. Böylece koenzim A mekanizması engellenmektedir. Ayrıca, enolaz enzimi de sorbat tarafından inhibe edilmesi ile sorbatın antimikrobiyal etkisi ortaya çıkmaktadır. Hücre içinde katalaz enzimi de sorbatlar sayesinde inhibe olmaktadır. Ardından hücre içinde hidrojen peroksit miktarı artar. Böylece diğer enzimlerin de inhibe olduğu ve hücrelerde oksidatif fosforilasyonun bittiği öne sürülmektedir. Hücresel enerji depolarında bulunan aktif transport sistemi bağlantılarının sorbat mekanizması nedeniyle çözülmesi ile buna bağlı oluşan anaerobik ortamda mayaların inhibisyon mekanizmasının açıklandığı öne sürülmektedir (Dinçoğlu, 2005; Alan ve Öksüztepe, 2020).

Sorbatlar, enzim sistemlerine zarar vererek hücrelerdeki substratların taşınmasına engel olmaktadır (Alan ve Öksüztepe, 2020). Sorbatların aynı mekanizma ile aflatoksin biyosentezini de engellediği belirtilmiştir. Potasyum sorbatın etki mekanizmasını ortaya koymak için yapılan bir çalışmada, metabolize olmamış sorbat nedeniyle hücre içinde serbest kalan H⁺ iyonlarının *Clostridium* türü bakterilerin vejetatif hücrelerinde H⁺ iyonundaki bu artış nedeniyle hücre ortamının pH'ı düşer. Dolayısıyla aminoasit mekanizması gibi hücreye enerji sağlayan mekanizmanın gücü azalır ve hücre yaşayamaz hale geldiği için sorbat inhibitör etki gösterir (Yousef ve Marth, 1983).

Hücre zarındaki protein yapısını ve lipopolisakkaritlerin sentezini etkileyerek, DNA fonksiyonlarını ve RNA polimeraz ya da DNA polimeraz inhibisyonu ile inaktivasyona neden olurlar. Hücre zarı zarar görür ve bu nedenle hücre zarındaki geçirgenlik artar, akabinde hücreye giren kimyasallar nedeniyle hücre çeperi lizise uğrayabilir, stoplazma koagüle olabilir ya da hücre dışı sızabilir

(Alan ve Öksüztepe, 2020). Yapılan bir çalışmada % 0,4 konsantrasyonlu PS'nin *Pseudomonas fluorescens*'in RNA, DNA ve protein sentezini engellediği bildirilmiştir. pH ve sorbatın sinerjik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada *C. botulinum* tip E'nin gelişmesinin pH 5,7-5,8 ve % 1-2 sorbat konsantrasyonu ile engellenmiş olduğu, ancak sorbatın pH 7,0-7,2'de % 1-2 konsantrasyonda gelişmeyi durduramadığı, yalnızca hücrelerin şekillerinde belli başlı deformasyonlara sebep olduğu tespit edilmiştir (Kıvanç, 1989; Kıvanç, 1991).

Etki mekanizmasına ait net bir bilgi olmamasına rağmen, bilgiler genel hipotezler üzerine kurulmaktadır ve ilgili çalışmalar belli şartlar altında sonuçlanan çalışmalardır. Tek başına sorunlu bir mekanizma olmadığı bu sebeple ilgili ortam şartlarından etkilendiği belirtilmektedir (Dinçoğlu, 2005; Alan ve Öksüztepe, 2020).

2.3.4 Sorbat etkinliğinde rol alan faktörler

2.3.4.1 pH'ın etkisi

Gıdanın pH'ı antimikrobiyal maddelerin iyonlaşmasına ve antimikrobiyal aktivitenin değişmesine neden olabilmektedir. Sorbik asit, bünyesindeki H⁺ iyonu serbest hale geçtiğinde diğer organik asitler gibi asidik ortamlarda parçalanmaktadır. Antimikrobiyal bir etki oluşturabilmesi için yapının ayrışmaması gerekmektedir. Ayrışmamış formda organik asitler, hücre zarı lipit çift tabakasına daha kolay nüfuz edebilir. Mikroorganizmalar, hücre yapısal proteinleri, enzimler, nükleik asitler ve fosfolipitlerindeki konformasyonel değişiklikleri önlemek için hücre iç pH'ını nötre yakın tutarlar. Sorbik asitler, hücre içine girdikten sonra hücrenin içi dışına göre daha yüksek bir pH'a sahip olduğu için asit ayrışır. Sorbik asidin hücre içi ayrışması sonucu ortamda üretilen protonlar, sitoplazmayı asitleştirir ve dışarıya atılmaya çalışılır. Bu esnada adenosin trifosfat (ATP) kullanıldığı için protonların sürekli hücre dışına akışı nedeniyle hücresel enerji tükenir. Bu nedenle ayrışma derecesi ortam pH'ına bağlıdır. Maksimum aktivite yüksek asidik (düşük pH) ortamda görülmektedir. Sorbik asidin pKa (farklı pH değerlerinde iyonlaşma değeri) değeri 5,00'in altındadır. Genel olarak bu değer altındaki pH'da ayrışma oranı düştüğünden antimikrobiyal etkisi artmakla birlikte,

pH 7,00 civarında yaygın olarak kullanılan diğer koruyuculara göre daha iyi antimikrobiyal etki gösterebilmektedir (Davidson vd., 2005).

Park ve Marth (1972) yaptığı çalışmada *Salmonella Typhimurium*'un nutrient broth (pH 6,7) veya yağsız süt (pH 6,4) içine % 0,3 sorbik asit eklendiğinde geliştiğini; ancak pH 5,0'a düşürüldüğünde ortamda gelişme meydana gelmediğini ve zamanla popülasyonun önemli bir kısmının inaktive olduğunu göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada 37 °C'de pH 5'de 48 saatte *Salmonella* ve *E. coli* 'yi sorbik asidin % 0,75'lik konsantrasyonu inhibe ederken bu oran % 0,075'e düşürüldüğünde sadece bakteristatik bir etkinin ortaya çıktığı bildirilmiştir (Dinçoğlu, 2005)

2.3.4.2 Su aktivitesinin (a_w) etkisi

Yapılan çalışmalarda, a_w 'nin peynirle ilişkili fungusların gelişimini etkileyen önemli faktörlerden biri olduğu bildirilmiştir. Peynir yapısındaki suyun durumu son derece değişkendir. Peynirin çeşidine ve olgunlaşma süresine göre değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik, fungusların iyonik ve iyonik olmayan bileşiklerden farklı şekilde etkilenmesi nedeniyle peynir bozulmasına neden olan mikroorganizma dağılımını etkilemektedir (Marin vd., 2017).

Sorbik asitle birlikte tuz ve şeker kullanılması a_w 'nin düşürülmesini sağlamaktadır. Düşük a_w sorbatların etkisini arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar tuzun bozulma yapan mayaların inhibisyonunda sorbatın etkinliğini arttırdığını bildirmiştir. *S. aureus* ve *Aspergillus* türleri üzerine yapılan bir çalışmada sorbat-şeker kombinasyonu ile a_w düşürülerek ($a_w=0,85$) oluşan sinerjik etkinin bakteri inhibisyonunu sağladığı görülmüştür (Dinçoğlu, 2005).

2.3.4.3 Sıcaklığın etkisi

Sorbatlar, ısıl işleme karşı dayanıklı olduğu için yüksek sıcaklık uygulanan gıdalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Özdemir vd., 2012). Düşük sıcaklıkta depolama ile kombine edildiğinde raf ömrünü artırdığına yönelik çalışmalar mevcuttur. Sorbat, ortamda bozulmaya sebep olan bakterilerin, optimum gelişme

sıcaklıkları dışındaki her sıcaklıkta inhibisyonunu arttırmaktadır (Demir vd., 2017; Dinçoğlu, 2005). Shibasaki ve Tsuchido (1992) yaptıkları çalışmada potasyum sorbatın *A. niger*'in ısıya duyarlılığını arttırdığını, ancak *Penicillium thomii*'ye hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir. Tsuchido vd. (1973) sorbatın *Candida utilis*'in hasarlı hücrelerinde PS sayesinde protein sentezi vb. aktivitelerin engellediğini tespit etmiştir (Davidson vd., 2005). Sorbat uygulaması sonrası mikroorganizmaların ısıya karşı duyarlılıklarının arttığı, böylece hasarlı bölgedeki iyileşmeyi gerçekleştiremedikleri ve dolayısıyla gelişemedikleri yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Demir vd., 2017; Dinçoğlu, 2005).

% 0,3 PS ilave edilmiş ve 6-30 °C'de sıcaklıkta depolanmış olan İspanyol tipi yumuşak peynirlerde, PS'nin *Salmonella* gelişiminde inhibe edici etkisi olduğu bildirilmiştir (Alan ve Öksüztepe, 2020).

2.3.4.4 Atmosfer

Son yıllarda birçok çalışmanın yapıldığı aktif paketlenme sistemleri, peynir vb. gıdalar için alternatif çözümler de ortaya koymaktadır. Bozulmaya neden olan oksidasyonun engellenmesi için, oksijen tutucu ajanların ve antioksidan içeren aktif sistemlerin kullanımı ile ortam neminin kontrol altına alınabilmesi için nem emici/tutucu ilave edilmesi uygulanan yöntemlerdendir (Pereira De Abreu vd., 2012). Ortamda CO₂ varlığı sinerjistik bir etkileşim oluşturur. Ayrıca vakum ambalajla paketlenmenin de sorbatın etkisini arttırdığı çalışmalarda tespit edilmiştir (Dinçoğlu, 2005). Kaşar peynirlerinde yapılan bir çalışmada, vakum paketlenmiş ve sorbat ilave edilmiş örneklerin, diğer örneklerle göre daha küf gelişimi açısından daha etkili olduğu bildirilmiştir (Güven ve Görmez, 2004)

2.3.4.5 Mikrobiyal floranın etkisi

Başlangıçtaki mikrobiyal yük ne kadar az ise sorbatın etkisi o kadar fazladır. Düşük mikrobiyal yük, mikroorganizmaların gelişiminin erken evrede engellenmesini sağlar. Ortamdaki mikroorganizmaların türü de bir o kadar sorbatın bozulmayı önleme mekanizmasını etkilen faktörlerdendir. Sorbat küfler, mayalar ve bakterilerin bazıları üzerine antimikrobiyal etki gösterirken, tüm

mikroorganizmalara karşı etkili değildir. Bazı mikroorganizmalar tarafından sorbat metabolize edilebildiği için etkinliğinin düştüğü bildirilmiştir. Böyle bir durumda sorbatın etki gösterebilmesi için izin verilenden daha fazla miktarda kullanımı öngörülmesine rağmen; yüksek sorbat konsantrasyonunda dahi gelişebilen dirençli mikroorganizmalar olduğuna dair yapılan çalışmalar mevcuttur (Dinçoğlu, 2005; Davidson vd., 2005).

2.3.4.6 Gıda bileşenlerinin etkisi

Sorbat ortamdaki yağ fazından etkilenmekte olup, su fazında ise daha fazla antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu sebeple ürünün yağ içeriğindeki artış, mikrobiyal aktivite için gereken sulu fazdaki PS miktarını düşürmektedir. Gıda içindeki asit varlığı ile PS'nin sudaki çözünürlüğü azalacağından, ortamda sorbat çözülmemiş halde kalarak, daha uzun süre etki gösterebilmektedir. Ortamda antimikrobiyal yağ asitleri olması halinde de antimikrobiyal etkinin artabileceğinden yapılan çalışmalarda bahsedilmiştir (Dinçoğlu, 2005). Pıhtılaştırıcı ya da asitlik düzenleyici olarak eklenen asetik asit, propiyonik asit, laktik asit vb. varlığında özellikle düşük sıcaklıklarda ($\leq 6,6$ °C) etkinliğinin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Sorbatların yüzey uygulamalarında etkinliği yüzeyin gözenekliliğine ve peynirdeki yağ miktarı ve dağılımına bağlıdır. Sorbat, yağda çözünmemesi nedeniyle yüzey uygulamalarında olgunlaşma süresi boyunca çözünmeden peynir yüzeyinde kalabilmektedir (Davidson vd., 2005).

2.3.4.7 Diğer koruyucuların etkisi

Sorbatın çalışma mekanizması diğer birçok faktörden olduğu gibi ortamdaki koruyuculardan da etkilenmektedir. Ortamdaki sorbatların, propiyonat, askorbat, bazı amino asitler, yağ asitleri, sükroz yağ asidi esterleri, kükürt dioksit, propilen glikol, glikoz oksidaz vb. bileşiklerle kombinasyonları antimikrobiyal etkileşimini etkileyerek arttırmaktadır (Davidson vd., 2005).

Sorbat ile benzoat veya propiyonat kombinasyonları, her bir koruyucunun azaltılmış konsantrasyonlarıyla inhibe edilen mikroorganizma aralığını genişletmek için kullanılabilir (Davidson vd., 2005; Dinçoğlu, 2005). Kasrazadeh ve

Genigeorgis (1994) tarafından yapılan çalışmada % 0,3 oranında PS ve sodyum benzoat ilave edilmesi ile peynir ortamındaki *E. coli*, maya ve küf sayılarında önemli ölçüde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Sorbat ile çeşitli fosfatlar birleştirildiğinde antimikrobiyal etkilerin arttığını da göstermiştir (Davidson vd., 2005).

Formik asit ile kombinasyonu *Saccharomyces cerevisiae*'ye antagonistik etki yaparken, *A. niger*'in inhibisyonunda sinerjistikdir (Lück, 1980). Sülfür dioksit, formik asit, benzoik asit ve p-hidroksibenzoik asit ile kombinasyon halinde, *E. coli* 'yi inhibe edebilir. Kükürt dioksit karışımı *A. niger*'i için sinerjik olarak etki gösterir. Benzoik asit kombinasyonu, hassas mikroorganizmaları inhibe etmek için ilave bir etkiye sahiptir (Liewen ve Marth, 1984; Davidson vd., 2005).

Antioksidan BHA ve TBHQ sorbat ile birlikte kullanıldığında *S. aureus* ve *S. typhimurium*'u daha etkili bir şekilde, *Aspergillus flavus*'u ise tamamen inhibe ettiği çalışmalarda gözlenmiştir. Pek çok çalışma, sorbat ve nitritin botulinum toksini üzerinde sinerjik olarak hareket ettiğini göstermiştir (Dinçoğlu, 2005).

2.4 Potasyum Sorbat Uygulama Yöntemleri

Kimyasal yapısı $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOK}$ olan PS kristalimsi beyaz ve toz formundadır. Sudaki çözünürlüğü diğer asit ve tuz formlarına göre çok yüksektir. 100 ml'de 139,2 g alkolde 20 °C'de 1 ml'de 20 g çözünürlük kapasitesine sahiptir (Kıvanç, 1989; Saldamlı, 1985). Moleküler ağırlığı 150,22 g/mol'dür (Mamur vd., 2018).

Potasyum sorbatın gıdalarda uygulama yöntemleri (Liewen ve Marth, 1984; Davidson vd., 2005);

- Doğrudan katkı maddesi olarak ilave edilerek
- Püskürterek
- Ambalaj malzemesi içine veya üzerine uygulanarak
- Çözelti içine daldırarak
- Kuru tuzlama (toz şeklinde serpmeye) şeklindedir.

En uygun yöntemin seçimi, işleme prosedürlerine, peynir türüne, gerçekleştirilecek hedeflere, mevcut ekipmana ve uygunluğa bağlıdır. Korunacak peynirin türüne, korunmanın özel amacına, üretim süreçlerine ve ülkeden ülkeye değişen yasal düzenlemelere bağlı olarak farklı uygulama yöntemleri gelişmiştir. Gıdalarda kullanımına izin verildiği maksimum miktarlarda tat üzerinde önemli bir etkisi olmamasına rağmen, daha yüksek seviyelerde kullanılması halinde çoğu gıdanın tadında istenmeyen değişikliklere neden olabilir (Davidson vd., 2005). Daldırma ve sprey şeklinde uygulama yöntemleri için yüksek konsantrasyonlu PS çözeltileri gerekmektedir (Kıvanç, 1989; Saldamlı, 1985). Olgunlaştırılmış peynirlerde yüzey uygulamalarında izin verilebilirken, olgunlaştırılmadan taze olarak tüketime sunulan peynirlerde pıhtıya toz halinde eklenmektedir (Alan ve Öksüztepe, 2020; TKG, 2018).

Genelde peynir yüzeyindeki küfler, peynirleri PS çözeltisi içine daldırarak veya püskürtme yaparak inhibe edilmektedir. Sadece rokfor veya mavi damarlı peynir gibi saf küf kültürlü peynirler için tavsiye edilmez (Davidson vd., 2005).

Aly (1996) mozzarella peynirinin yoğurma suyunda veya salamurada PS ile muamele edilmesi, daldırmadan daha etkili olduğunu bildirmiştir. Peynire direkt ilave de genellikle % 0,05 ila % 0,07 sorbik asit seviyeleri kullanılmaktadır. Yüzey uygulanan konsantrasyonlar 0,1 ila 0,3 g/dm² arasında değişirken, ambalaj filmlerine uygulandığında 2 ila 4 g/m² miktarları kullanılmaktadır (Davidson vd., 2005).

2.4.1 Peynirlerde potasyum sorbat uygulamaları

Khorshidian vd. (2022) İran UF-Feta peyniri ile yaptıkları çalışmada 300 ve 500 ppm PS ilavesi ile *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637 ve *Lactobacillus reuteri* PTCC 1655 suşu eklemenin antifungal etkisini karşılaştırmıştır. 4 °C'de 60 günlük depolama sonrası, PS ilavesinin, UF-Feta peynirinde küf ve maya gelişimini önemli ölçüde azalttığı ve 500 ppm PS'nin 300 ppm'e göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Öte yandan, laktobasiller ve PS karışımının, PS'nin tek başına kullanıldığı duruma göre küf ve maya gelişimini azaltmada daha fazla etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir. En yüksek maya ve küf inhibisyonu, 500 ppm PS ile

birlikte 2 ml hücresiz *L. reuteri* CCTP 1655 özütünün uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Baldissera vd. (2021) tarafından yapılan, PS ve modifiye atmosferde paketlemenin mozzarella peyniri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, peynirler üretildikten sonra % 0,2'lik PS çözeltisine 1 dk süreyle daldırılmış ve akabinde 5 °C'de 24 saat kurutulmuştur. 50 % CO₂/50 % N₂ MAP ortamında kesilmiş halde paketlenildikten sonra 5 °C ve 15 °C'de depolamaya bırakılmıştır. Dilimlenmiş MAP peynirinde peynir özelliklerini, genel olarak sıcaklığın, PS ilavesinden daha çok etkilediği bildirilmiştir. PS ilave edilmiş örneklerde 75 günlük depolama süresi boyunca laktik asit bakterileri (LAB), mayalar, küfler ve *E. coli* popülasyonu azalma göstermiştir. Bununla birlikte, psikrotrofik bakteri popülasyonu ve LAB depolama sırasında PS ve MAP uygulamasından pek etkilenmemiş olup gelişmeye devam etmiştir. pH, depolama süresi ve saklama sıcaklığı ile düşerken, PS ilavesiyle artmıştır.

PS ile yenilebilir filmlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada mikrokristalin selülozik film sentezlenmiştir. UV ile sterilizasyonu sonrasında peynire kaplama yapmadan hemen önce filmlere β -karoten, hesperedin (% 5) ve propolis (% 10 ve % 20) ekstraktları ve PS (10 mg/g peynir) püskürtülmüştür. Malatya yerel esnafından toplanan beyaz peynirler, 3×3 cm'lik 3 g ağırlığında ince kesitler alındıktan sonra petri kabına alınmış ve 10⁴-10⁵ kob/ml inokulum içeren 0,1 mL bakteri kültürü ile ekilmiştir. İnkübasyon sonrası peynirler yenilebilir film ile kaplanmış olup + 4 °C'de buzdolabında 15 gün depolanmıştır. β -karoten, hesperidin, propolis ve PS püskürtülmüş film ile kaplanan peynirlerde *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde, depolamanın ilk 5 gün boyunca diğer kaplama malzemelerine göre daha yüksek inhibisyon görülmüştür. 15 günlük depolama sonrasında *E. coli* ve *S. aureus* sayılarının PS püskürtülmüş film ile kaplanan peynirlerde azalmadığı ve 5. gündeki sayılar ile benzer olduğu, diğer malzemelerin ise inhibe edici etkilerinin artarak devam ettiği bildirilmiştir. PS'nin diğer kaplama malzemelerine göre yüzeyden daha hızlı difüze olması nedeniyle inhibe edici etkisinin diğer daha düşük olduğu ve kısa sürdüğü öne sürülmüştür (Ateş, 2020). Yine PS'nin film olarak kullanıldığı bir başka çalışmada da geçirgenliğinin depolama sürecinde azaldığından bahsedilmiştir (Demircan ve Ocak, 2019). Film olarak kullanılması

halinde çok katlı kaplamalar, mikro-nano emülsiyonlar, mikroenkapsüller ve lipozomlar şeklinde filmlere dahil edilebilmektedir (Demircan ve Ocak, 2019).

Marin vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada peynirden izole edilen mikroorganizmaların 0,02 %, 0,1 % ve 0,2 % oranında PS eklenmiş ve 0,93-0,996 a_w 'de koşullandırılmış ortama inoküle edilmiştir. En düşük PS dozu, düşük a_w değerleri ile birleştiğinde *A. varians*, *Mucor racemosus*, *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti*'nin sayılarında artış olduğu gözlenmiştir. Bu küflerin kontrolünün, daha yüksek konsantrasyonlarda PS eklenmesiyle elde edilebileceği öne sürülmüştür. Bununla birlikte, izin verilen maksimum sorbat seviyelerine ilişkin yasal kısıtlamalar dışında, ortaya çıkabilecek aroma ve tat kusurları nedeniyle de bu yaklaşımın uygulanabilir olmadığı bildirilmiştir.

Demir vd. (2015) tarafından vakum ambalajlı Şavak tulum peynirlerinde yapılan çalışmada farklı oranlarda PS kullanımının raf ömrü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. % 0,00, % 0,05, % 0,1, % 0,2 oranında PS salamura ilave edilerek peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak PS'nin lipolitik bakteriler, proteolitik bakteriler, *E. coli*, *S. aureus*, maya ve küfler üzerinde inhibe edici etkisi olduğu dolayısıyla raf ömrü üzerine de olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, tat ve duyu özelliklerinin PS miktarından pek etkilenmediği, uygulanan PS miktarı arttıkça pH miktarı artmasına rağmen depolama süresince pH değerlerinde bir miktar azalma olduğu tespit edilmiştir.

Öksüztepe vd. (2010) tarafından çökelek peynirinde yapılan çalışmada % 0,01 ile % 0,1 oranında PS kuru tuzlama şeklinde peynire direk ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda PS ilavesinin 4 °C ve 22 °C sıcaklıkta depolanan çökeleklerde TAMB sayısı, koliform bakteri, laktobasiller, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Staphylococcus* ve *Micrococcus* türü bakteri sayılarına etki etmediği bildirilmiştir. % 0,05 ve % 0,1 oranında PS ilavesinin *Enterococcus*, maya ve küf sayılarında azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir (Öksüztepe vd., 2010). Çalışma sonucunda mikrobiyolojik kalite açısından üretim ve hammadde kalitesinin önem taşıdığı bildirilmiş olup, optimum PS miktarının bu etkenlerden etkilendiği için belirlemenin zor bir proses olduğu öne sürülmüştür.

Özdemir ve Demirci (2006) tarafından yapılan bir çalışmada kaşar peynirleri kuru tuzlama, daldırma ve spreyleme olmak üzere farklı yöntemler kullanılarak PS ile muamele edilmiş ve 90 gün boyunca depolanmıştır. PS'nin TAMB, laktik asit bakterileri, proteolitik ve lipolitik mikroorganizmaları etkilemediği, ancak koliformlar, *S. aureus*, maya ve küf üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Püskürtme yöntemi, daldırma yöntemine göre daha yüksek maya ve küf sayısında azalmaya neden olmasına rağmen; kuru tuzlama şeklinde uygulama ile maya ve küf sayısında en yüksek oranda azalma tespit edilmiştir.

Karaman ve Akbulut (2006) tarafından kaşar peynirinin raf ömründe artış sağlanması amacıyla, antimikrobiyal madde içeren kaplama materyallerinin kullanılabilirliğini araştırılmıştır. Peynirlerin % 5 ve % 10 PS içeren çözelti ile muamele edildikten sonra bir kısmı % 18 poliamid ve polietilen film ile vakum ambalajlanmış, diğer kısmı ise kaplama materyali ile kaplanmıştır. PS ve kaplama materyali uygulanan peynirlerde, beklenen maya ve küf inhibisyonunun oluşmadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada % 5 ve % 10'luk PS çözeltisi ile muamele olan peynirlerin maya ve küf sayılarının kontrol numunesine göre 1. gün ortalama 4-8 logaritmik birim; pH değerlerinin de 0.02-0,09 birim daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 30. gününde ise, kontrol grubuna göre maya ve küf sayıları ile pH'ın daha yüksek olduğu, dolayısıyla PS ilave edilen örneklerde depolamanın 30. gününde her birinde artış olduğu gözlenmiştir. Çalışmada, peynir örneklerindeki koliform bakteri sayılarının asitlik gelişimiyle orantılı olarak düştüğü ve PS ile vakum ambalaj kombinasyonunun koliform bakteri inhibisyonundaki etkisinin anlamlı olduğu bildirilmiştir.

Güven ve Görmez (2004) kaşar peynirinde yaptıkları çalışmada antimikrobiyal madde kullanımının (PS vb.), vakum ambalajlamanın kaşar peyniri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, üretilen kaşar peynirleri % 20'lik PS çözeltisine 1 dk süreyle daldırılıp, 20 gün depolandıktan sonra numunelerin bazıları vakum ambalajlanmıştır. Sonuç olarak, vakum ambalajlanan ve ambalajlanmayan ancak PS'ye daldırılmış olan örneklerin küf sayılarının kontrol örneğine göre düşük olduğu bildirilmiştir. PS eklenmiş ve vakum ambalajlanmış örneklerin diğer peynirlere göre daha yüksek uçucu yağ ve protein olmayan azot içerdikleri bildirilmiştir. Vakum ambalajlanmış kaşar peynirlerinde PS ilavesinin

peynirdeki kuru madde, tuz, protein, pH gibi değerler üzerinde etkisi olmadığı, ancak raf ömrü üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Topal (1991) yaptığı çalışmada kaşar peynirinde küflerin inhibe edilmesinde PS ile muamelenin etkin bir yöntem olduğu, vakum ambalaj ile kullanımı ile etkinliğinin arttığı bildirilmiştir.

Girgis vd. (1983) yaptığı çalışmada PS'yi beyaz peynire eklediklerinde olgunlaşma süresince koliform bakteri sayısının azaldığını tespit etmiştir. Bu çalışmada 90 günlük depolama sonunda *S. aureus* sayısı diğer dönemlere göre daha düşük olmuştur. Aly (1996) ve Girgis vd. (1983) tarafından farklı şekilde PS uygulamaları ilgili yapılan çalışmalarda peynire ilave edilen sorbatın maya ve küf sayısını azalttığı saptanmıştır. PS'nin kuru tuzlama ilavesi, diğer PS işlemlerinden kaynaklanan maya ve küf sayısını yüksek düzeyde azaltmıştır. Peynirlere PS püskürtülmesi, daldırma yöntemine göre daha yüksek düzeyde maya ve küf sayısını azaltmıştır.

Fiordilatte peynirinin raf ömrünü uzatmak için, aktif kaplama ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) etkisinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 150 adet peynir numunesi % 2 sodyum aljinik asit ve % 3 PS içeren sodyum aljinat solüsyonuna 1 dk daldırıldıktan sonra 2 dk kurutulmuş ve polietilen (PET) film ile MAP ortamında paketlenmiştir. Aktif kaplama ile birleştirilen MAP, *Pseudomonas* türlerinin gelişimini % 94 – % 99 oranında yavaşlatmıştır. PS'nin mikrobiyal hücre zarının veya hücre makromoleküllerinin bütünlüğünü etkileyebildiği veya besin taşınmasına ve enerji metabolizmasına müdahale ederek bakterisidal etkiye neden olduğu bildirilmiştir. PS'nin peynir dokusal özelliklerinde olumsuz etkisi olmadığı, peynirde meydana gelebilecek bozulma reaksiyonlarını önleyerek raf ömrünü yaklaşık % 157 oranında uzattığı belirtilmiştir (Mastromatteo vd., 2014).

Devlieghere vd. (2000) mikrobiyal gelişimi engellemek için % 1, % 2 ve % 5 (w/w) EVA/LLDPE filmlere dahil edilmiş PS içeren aktif ambalaj dizaynı ve bunun sonucunda gıdaların raf ömrünün uzaması konusunda yapılan çalışmada *Candida spp*, *Pichia spp*, *Trichosporon spp* ve *Penicillium spp* için referans bir filmle yapılan karşılaştırmada bir fark görülememiştir. Bu sebeple ince filmten yetersiz potasyum salınımı nedeniyle mikrobiyal gelişimi inhibe edemediği gözlenmiştir.

Nizamlioğlu vd. (1996) tarafından kaşar peynirinde % 0, % 1, % 2, % 3 oranlarında PS ile muamelenin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre PS uygulamasının kaşar peynirinin kuru madde ve yağ değerleri üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir. Buna karşın PS'nin peynirlerin asitlik değerlerini azaltıcı, pH değerini yükseltici etki yaptığı belirlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan ise TAMB sayısı üzerinde etkisi olmadığı, *Staphylococcus*, *Micrococcus* türleri ile maya ve küf sayıları üzerine etkili olduğu, % 3'lük çözeltiye daldırılan peynirlerdeki sayıların % 2 ve % 1 oranındaki PS çözeltisine göre düşük olduğu bildirilmiştir.

Poullet vd. (1991) Casar de Caceres peyniri olgunlaşmasında PS'nin koliform bakterilerin ve *S. aureus*'un inhibe olduğunu göstermişlerdir. Kıvanç (1989), yaptığı çalışmada % 0,05 PS içeriğinin 25 °C'de *Aspergillus ochraceus*'un gelişiminin toksin üretim mekanizmasını bozduğu, % 0,15 konsantrasyonda ise mikrobiyal gelişmeyi ve toksin üretimini azalttığını tespit etmiştir.

Horwood vd. (1987) tarafından yapılan bir çalışmada feta peyniri ve olgun bulgar peynirinde tepe boşluğunda biriken gazlarda PS'ye bağlı oluşan uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Peynirler % 0,1 konsantrasyondaki PS çözeltisine daldırılmıştır. Daha sonra % 10 NaCl içeren çözeltilerde saklanmıştır. Hem duyuşal hem de kromatografik analizlerde 1-3 pentadien bileşiğine ait birbirini doğrulayacak veriler saptanmıştır. Fakat bu durum feta peynirinde gözlenirken olgun bulgar peynirinde lezzet ve kokuya dair bir değişim belirlenmemiştir. Sorbat içeren peynirlerde gözlenen küf kaynaklı bozulmalar, 1-3 pentadien oluşumuna ve "kerosen" olarak tanımlanan bir koku ve aroma oluşmasına yol açmaktadır. Bu sorunu inceleyen ilk grup olan Marth vd. (1966) *Penicillium spp.*'nin 7100 ppm PS'ye kadar dirençli olduğunu raporlamışlardır. Daha sonra Crescenza ve Provolone peynirlerinden izole edilen, *Paecilomyces variotii* ve *D. hansenii*'nin sorbata dirençli suşlarının aynı etkileşimle 1-3 pentadien oluşturdukları tespit edilmiştir (Sensidoni vd., 1994). Kötü tat ve koku üretiminde etkili olan organizmalar arasında *P. chrysogenum*, *P. simplicissimum*, *P. crustosum*, *P. roqueforti*, *P. caseicolum*, *Aspergillus niger* küfleri, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Debaromyces hansenii* ve *Trichoderma* mayaları bulunmaktadır. *Trichoderma* suşlarının 1-3 pentadien ve stiren üretimi üzerine bir araştırma yapılmış ve söz

konusu bileşenlerin üretimi diğer çalışmaların aksine sadece asitlerin varlığında gerçekleşmiştir (Pinches ve Apps, 2006).

Liewen ve Marth, (1985)'in *P. roqueforti* suşunun bulunduğu bir kültür ortamını 300 ppm PS'ye maruz bırakarak yaptıkları çalışmada da ortamda 1-3 pentadien tespit edilmiştir. Bu çalışmada Horwood vd. (1987) tarafından yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Sorbatın kullanılmadığı örneklerde bu bileşik tespit edilmemiştir. Liewen ve Marth'ın, (1984) geliştirmiş olduğu yöntem 1-3 pentadien tespiti için bir yöntem olmuştur. PS miktarı arttıkça küflerin gelişimi yavaşlamaktadır. Ancak *P. roqueforti*, *P. viridicatum* ve bir *P. cyclopium* suşu, sorbat konsantrasyonu arttıkça davranışlarını belirgin bir şekilde değiştirmemişlerdir. 4 °C' de bekletilen örneklerin birkaçında bir ay inkübasyondan sonra 21 °C' de bekletilen örneklerde ise 2 gün inkübasyondan sonra gelişimin belirgin şekilde gözlemlendiği raporlanmıştır. Örneklerden bazılarında *P. puberulum*, *P. cyclopium* ve *P. lanosoviride* suşlarının ortamda 3000 ppm sorbat varlığında 4 °C'de 10-18 günde geliştiği gözlemlenmiştir (Pinches ve Apps, 2006).

Liewen ve Marth, (1984) PS ile yaptıkları bir çalışmada, 500 çedar peyniri tedarik etmişler ve çedar peynirlerindeki ppm düzeyindeki konsantrasyonun *A. paraciticus* ve *P. camambertii*'nin inhibisyonunda etkili olduğunu tespit etmişlerdir (Özdemir ve Demirci, 2006).

Cottage peynirinde % 0,10'un altında PS tat veya kokusunun saptanamadığı, peynirlerin raf ömründe artış olduğu ve Cottage peynirinde istenmeyen koku ile tat oluşturan küf ve bakterilerin inhibe olduğu görülmüştür (Collins ve Moustafa, 1969).

Babacan (2012), kaşar peynirinde farklı tuzlama tekniklerini kullanarak kaşar peynirindeki değişimleri incelemiştir. Peynirler, haşlama suyuna tuz ilave edilerek üretilen kontrol grubu (A), 40 °C'de % 5'lik PS çözeltisine daldırılarak 2 dakika bekletilmiş ve haşlama suyunda tuzlanmış peynirler (B), kuru tuzlama ile üretilmiş peynirler (C), 40 °C'de % 5'lik PS çözeltisine 2 dakika daldırılarak bekletilmiş ve kuru tuzlanmış peynirler (D) olarak sınıflandırılmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarının farklı tuzlama tekniklerinden önemli düzeyde etkilendiği, en

düşük toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının C peynirinde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre yaklaşık 1 logaritmik birim düşüş ile laktik asit bakterilerinin PS'den az miktar etkilendiği bildirilmiştir. Örneklerde koliform grubu bakteriler tespit edilmemiştir. Küf sayılarının en düşük D örneğinde, en yüksek ise A örneğinde olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, sulu çözeltiye daldırma işlemi nedeniyle oluşan nemli ortamın küflenmeye neden olabileceği öne sürülmüştür. Örneklerden en yüksek kuru madde oranı C örneğinde, yağ ve tuz oranı C ve D örneğinde ölçülmüştür. Protein miktarında, haşlama suyunda tuzlanmış örneklerde anlamlı fark olduğu ve protein miktarının C ve D örneğinde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. PS ilave edilen örneklerde renk ve görünüşü açısından anlamlı bir farklılık olmadığı, kontrol gruplarına göre daha yüksek puan almış olmasıyla da olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kuru tuzlama ve haşlama suyunda tuzlama metotların uygulandığı örneklerin kendi aralarındaki değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu, duyuşal değerlendirmede kuru tuzlanmış örneklerin yüksek kuru madde değerleri nedeniyle daha sert bulunduğu öne sürülmüştür. Olgunlaşma ile kuru tuzlanmış peynirlerdeki doku ve koku puanları azalırken, sulu haşlama yoluyla tuzlanmış örneklerinkilerde artış görülmüştür.

Cankurt ve Sağdıç (2019) tarafından tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının ve sulu ekstraktlarının kullanıldığı blok eritme peynirlerinde maya ve küf inhibisyonu ve *C. tyrobutyricum*'a karşı antimikrobiyal etki araştırılmıştır. Pozitif kontrol için PS çözeltisine daldırılmıştır. PS'ye daldırılan örneklerde maya ve küf gelişiminin hiç olmadığı bildirilmiştir.

Amerikan işlenmiş peynirleri ve mozzarella peynirleri ile yapılan bir çalışmada PS'nin difüzivitesi, yüzey konsantrasyonu ve yüzeyden peynire nüfuzu incelenmiş olup peynirdeki yayılma özelliği, dilimlenmiş peynirde PS'nin konsantrasyonu, penetrasyon süresi ve yüzeyden ilerlediği uzaklık hesaplanmıştır. Çalışmada peynirler 7-8 cm çap, 18 mm kalınlığında kesilerek % 25'lik (w/w) PS çözeltisine daldırılmıştır. Oda sıcaklığında bekletildikten sonra 3mm kalınlıkta kesilerek analiz edilmiştir. Amerikan işlenmiş peynirdeki PS, mozzarella peynirindeki PS'den daha yüksek çözünürlük, afinite ve daha hızlı bir difüzyon hızı göstermiştir. Bu çalışma ile difüzivite, çözünürlük ve hesaplamalar göz önüne

alınarak PS'nin kritik fungustatik etki için en etkin olduğu konsantrasyon aralığının tahmin edilebileceği gösterilmiştir (Han ve Floras, 2008).

PS, yaygın olarak kullanılan bir antimikrobiyal madde olması nedeniyle kaşar peyniri ve birçok farklı peynirde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Literatür araştırmasında, PS'nin çalışılan peynirlerde prosesi gereğince genellikle haşlama suyuna ilave edildiği, daldırma, kuru tuzlama ya da ambalaja ilave edilerek uygulandığı gözlenmiştir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı olması nedeniyle, blok eritme peyniri üretiminde üretim prosesleri ve hammadde kaynaklı bozulmaya neden olabilen mikroorganizmaların inhibisyonu için kullanılmasına rağmen, blok eritme peynirinin fiziksel, mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği detaylı çalışmalar mevcut değildir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

Eritme peynirleri Reha Süt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.'nde (İzmir) üretilmiş olup Tire Süt Kooperatifi tarafından toplanan Tire-Ödemiş-Bayındır yöresine ait çiğ sütler hammadde olarak kullanılmıştır.

Üretimde; yardımcı malzeme olarak, Nutrinova PS, Basf beta karoten, Solvay Caso FCC Flakes kalsiyum klorür, Clerici Sacco (50UC) ST 060/62/64/66 *Streptococcus thermophilus* ve *Lactococcus lactis ssp. lactis* içeren starter kültür, Maysa Mysecoren 200 HC maya, Prayon Kasomel 3112 ve 2185 kodlu eritme tuzu [içerik: trisodyum sitrat (E331), monosodyum fosfat (E339) ve polifosfat (E452)] kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme planı

Blok eritme peyniri üretimi, Reha Süt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.'nde (İzmir) farklı zamanlarda 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Her tekrar için bağımsız iki numune analiz edilmiştir. Kontrol PS (potasyum sorbat) içermeyen (A örneği), 200 ppm PS ilaveli (B örneği), 400 ppm PS ilaveli (C örneği), 600 ppm PS ilaveli (D örneği), 800 ppm PS ilaveli (E örneği) peynirler üretilmiştir. Peynir örneklerinin üretiminde kullanılmak üzere toplanan çiğ sütlerin kabulünde, girdi kalite kontrol uygulamaları yapılmıştır. Peynir üretimi sırasında elde edilen teleme farklı PS oranı içeren peynir gruplarını ve kontrol grubunu üretmek amacıyla 5 parçaya bölünmüştür. PS, eritme işlemi esnasında telemeye direkt ilave edilmiş ve her grup ayrı eritme işlemine tabi tutulmuştur. Üretimin çiğ süt kabul, termizasyon, ertime işlemi öncesi telemede, eritme işlemi sonrası hamurda ve dinlendirilmiş ve paketlenmiş üründe mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB), maya, küf, *E. coli*, koliform bakteri, *S. aureus*) yapılmıştır. Böylece hem proses aşamalarının (termizasyon, eritme ve dinlendirme) hem de potasyum sorbat ilavesinin etkileri ortaya koyulmuştur. Peynir örneklerinin 0., 30., 60., ve

90.gün depolama süreçlerinde bileşim analizi (kuru madde (KM), yağ, tuz ve protein) yapılmış ve pH değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, mikrobiyolojik analiz (TAMB, maya, küf, *E. coli*, koliform bakteri, *S. aureus*) ve uçucu bileşen analizi gerçekleştirilmiştir. 90. depolama gününde ise eriyebilirlik testi, TPA ve duyu analizi değerlendirme yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler, pH ölçümü, eriyebilirlik testi ve doku profil analizi (TPA) yapıldıktan sonra diğer analizler için örnekler analize kadar (-) 24 °C’de depolanmıştır.

3.2.2 Blok eritme peyniri üretimi

Çiğ süt, 4 °C’de işletmeye üretimden bir gün öncesinde giriş yapmıştır. Girdi kalite kontrol analizleri yapıldıktan sonra uygunluğu teknik şartnameye göre onaylanmış ve depolama tankına sevk edilmiştir. 4 °C’de 10-12 saat depolandıktan sonra üretime alınmıştır.

Yatık tip kapalı proses tankına 5500 L çiğ süt alınmıştır. Çiğ süte 65 °C’de 31 s ısıtma işlemi (termizasyon) uygulanmıştır. Termizasyon işleminden sonra süt 33-34 °C’ye soğutulmuştur. 25 g kaşar peyniri kültürü, 500 g kalsiyum klorür, 2 g beta karoten, 750 mL peynir mayası ilave edilmiştir. 5 dk. proses tankında karıştırıcı paletler ile karıştırıldıktan sonra homojen karışım sağlanmış olup, pıhtı oluşması için 55 dk. beklenmiştir. Pıhtı oluşumu elle pıhtı kontrolü yapılarak gözlemlenmiştir. Oluşan pıhtı tel kesiciler yardımıyla kesilmiştir. Kesici paletlerin hızı 2 devir/dk’dan başlatılarak kademeli olarak 6 devir/dk’ya yükseltilmiştir. Toplam 15 dk. boyunca tankın cidarından buhar verilerek yavaş şekilde pıhtı 37-39 °C’ye ısıtılmıştır. Sürekli olarak pıhtıda pH kontrolü yapılmıştır. Tüm işlemler esnasında geçecek süre ve buna bağlı pH’da düşme, işletme kapasitesi ve tecrübesi göz önüne alınarak pH 6,00’da proses tankından pıhtı tambura boşaltılmış ve peynir altı suyu uzaklaştırılmıştır. Pıhtı tamburdan tekneye alınmıştır. Uygun KM ve pH değerlerine gelmesi için peynir tekne 1 saat kadar baskıda bekletilmiştir. Teleme, doğrama makinesinden geçirilerek daha küçük partiküllere ayrılmış ve yapısında kalan peynir altı suyu daha kolay uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.1a). Telemenin KM değeri % 52-53 olana dek baskılama işlemine devam edilmiştir. Sonda yardımıyla telemeden alınan numunelerde pH, KM ve yağ analizi yapılmıştır (Şekil 3.1b). Söz konusu telemeden elde edilecek eritme peynirinin yağ miktarı

açısından “Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde (2015) tam yağlı eritme peyniri kriterlerine ve KM miktarı açısından firma tarafından oluşturulan kalite planlarına uygun olacağı onaylandıktan sonra eritme peyniri yapımı için teleme hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 3.1c).

Başlangıç pH’ı 5,25 olup, tüm PS içerikli peynirlerin üretiminde aynı teleme 5’e bölünerek kullanılmıştır. Sırasıyla teleden A, B, C, D, E peynirleri üretilmiştir.

Eritme peyniri eritme makinesi haznesine ortalama 150 kg pıhtı, % 2 eritme tuzu (Kasomel 3112 ve 2185 kodlu (1:1 w/w) ve (potasyum fosfat, sodyum sitrat, polifosfat içerikli) ve farklı oranlarda PS direkt ilave edilmiştir. Karışım 72 °C merkez sıcaklığına ulaşacak şekilde 20 dk. Uzermak CS 200 marka eritme makinesinde ısıl işleme tabi tutularak eritme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2a). Daha sonra sıcaklığı korunarak akışkanlığının devam ettiği sürekli makine sisteminden porsiyonlamaya alınarak kalıplara doldurulmuştur (Şekil 3.2b ve Şekil 3.2c).



a) Teleme kesme



b) KM ayarlanması



c) Eritme işlemine giriş

Şekil.3.1 Eritme işlemine hazırlık aşamaları.



a) Eritme makinesi çıkış

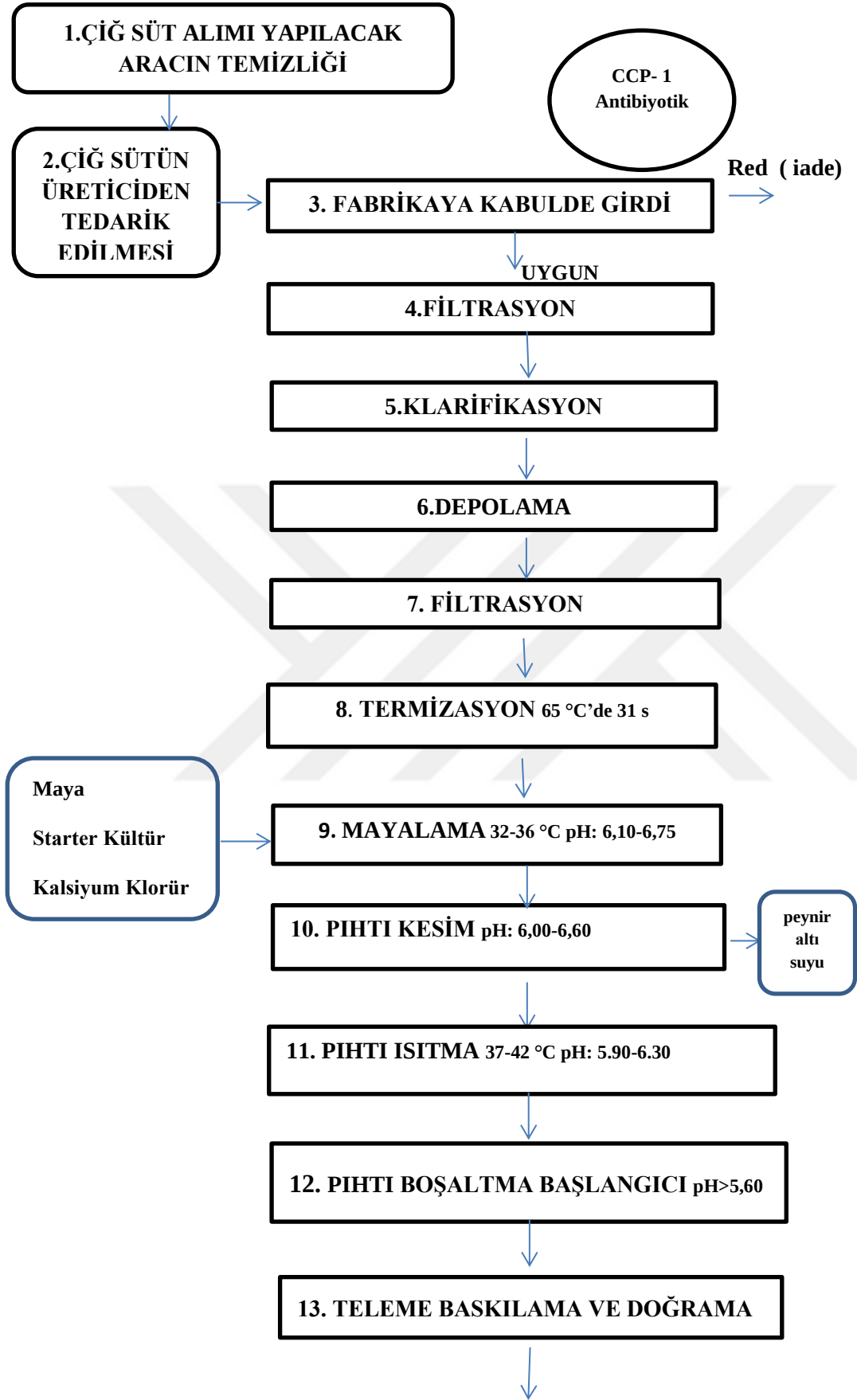


b) Kalıp hazırlığı

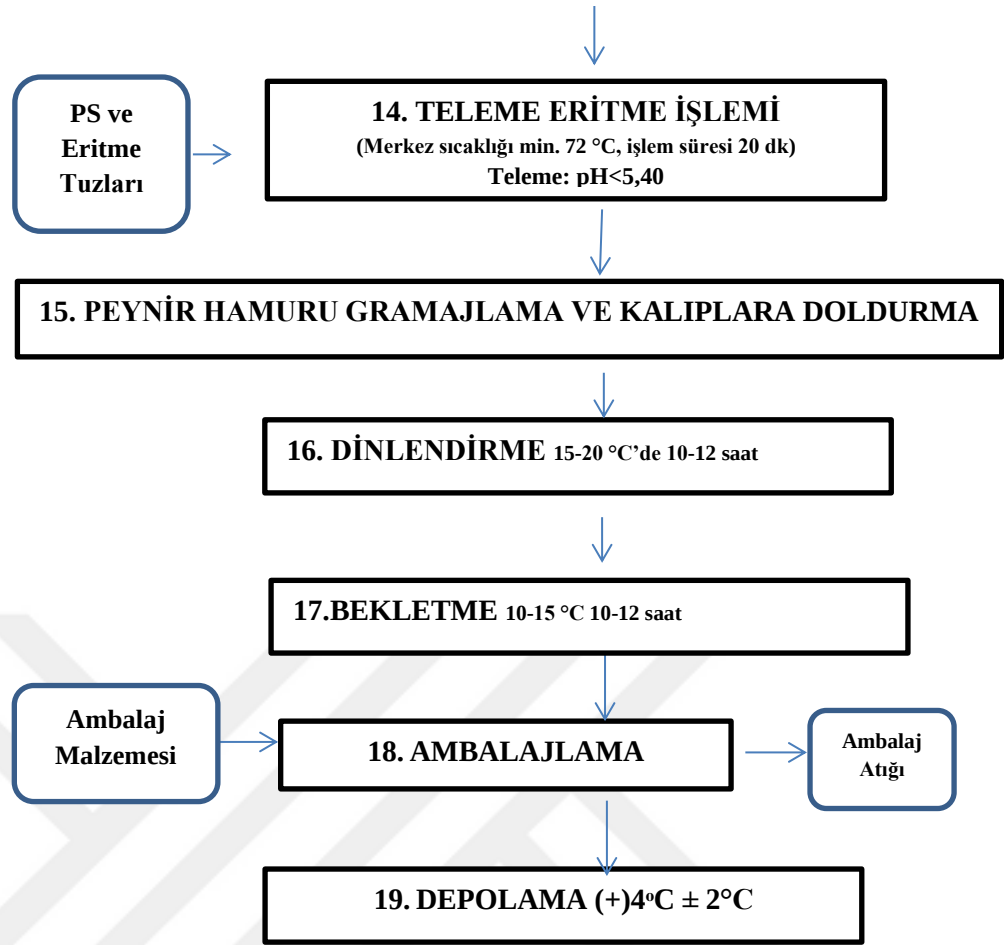


c) Kalıp sökme işlemi

Şekil 3.2 Eritme ve kalıplama aşamaları.



Şekil. 3.3. Blok eritme peyniri üretim akım şeması



Şekil.3.3 Blok eritme peyniri üretim akım şeması (devam)

3.2.3 Bileşim ve pH analizleri

Çiğ süt, termize süt ve telemede KM, yağ, pH analizleri uygulanırken; peynirlere KM, yağ, tuz ve pH analizleri uygulanmıştır. Protein analizi çiğ sütte, 0. ve 90. depolama gününde peynir örneklerinde yapılmıştır. Peynirde yağ, tuz, protein değerleri kuru madde üzerinden verilmiştir.

Süt ve peynirde pH değeri; WTW pH 3210 marka pH metre kullanılarak tespit edilmiştir.

Süt ve peynirde KM oranı; gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (ISO-IDF, 2004a). Sütte yağ oranı Gerber yöntemi ile (ISO-IDF, 1982), peynirde ise Van-Gulik yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (IDF, 2008).

Çiğ sütte protein oranı formol titrasyon yöntemi ile tespit edilmiştir (Demirci ve Gündüz, 1994). Peynirde protein oranı ise Kjeldahl yöntemi (AOAC, 2007) kullanılarak belirlenmiştir. Peynirde tuz oranı, Mohr yöntemi ile saptanmıştır (ISO-IDF, 2004b; Metin ve Öztürk, 2010).

3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

Kullanılan çiğ süt, termize süt, ertime işlemi öncesi teleme, eritme işlemi sonrası peynir hamuru ve dinlendirme sonrası peynirlerde TAMB, maya, küf, *E. coli*, koliform bakteri ve *S. aureus* sayıları tespit edilmiştir.

Besiyeri olarak 3MTM marka petrifilm kullanılmıştır. PetrifilmTM yöntemi, kısa sürede ekim yapılabilmesi ve kontaminasyon riskinin düşük olması nedeniyle seçilmiştir. PetrifilmTM yöntemi pratik ve hızlıdır, yapılan çalışmalarda sonuçları geleneksel plaka yöntemiyle karşılaştırılmıştır (Vlaemynck, 1994). Taşınabilir bir film üzerine uygulanan besiyeri, toplam aerobik bakteri sayımı ve koliform bakterileri belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Resmi Analitik Kimyagerler Birliği (AOAC) tarafından resmi bir yöntem olarak kabul edilmiş olup küfler ve mayalar için PetrifilmTM değerlendirme çalışmaları literatürde mevcuttur (Vlaemynck, 1994). Bu çalışmada doğrulama amaçlı geleneksel yöntem ile birlikte petrifilmde ekimler yapılmış ve paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizlerde dilüsyonlar, IDF 122C (1996) baz alınarak hazırlanmıştır. Çiğ süt analizi için 10 mL teleme ve peynir analizi için 10 g örnek aseptik koşullarda steril filtreli poşetlere alınmıştır. Steril filtreli poşetteki örneklerin üzerine 90 mL steril buffer peptone çözeltisi (% 0,1, Oxoid, L37) ilave edilmiştir. Ezici yardımıyla örnekler 2dk.'da parçalanmış olup 10⁻¹'lik dilüsyon elde edilmiştir. Diğer dilüsyonların hazırlığında 9 ml steril peptonlu su içeren tüpler hazırlanmış ve bir önceki dilüsyondan 1'er ml alınıp üzerine eklendikten sonra homojen bir karışım elde etmek için vortex tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır.

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB): 3MTM petrifilmTM aerobik sayım plakası kullanılarak analiz edilmiştir. Petri filmde pembe renkli koloniler sayılmıştır. Klasik yöntemle paralel ekim yapılarak doğrulaması yapılmıştır. Peynir

örneklerinden hazırlanan dilüsyondan aynı zamanda Plate Count Agar (PCA) besiyerine ekilmiş ve 37 °C’de 2 gün inkübe edilmiştir. Akabinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları, pembe renkli gelişen koloniler sayılarak belirlenmiştir (Harrigan ve Mc Cance, 1993; BAM, 2001). Sonuçlar sütte log kob/ml, peynirde ise log kob/g olarak verilmiştir.

Maya/küf sayısı: 3M™ petrifilm™ maya ve küf sayım plakası kullanılarak tespit edilmiştir. Petri filmde beyaz ve turkuaz mavisi koloniler maya, yeşil ve hifli yapıdaki koloniler küf olarak sayılmıştır. Maya-küf sayısı klasik yöntemle paralel ekim yapılarak doğrulaması yapılmıştır. Peynir örneklerinden hazırlanan dilüsyon aynı zamanda Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine ekilmiştir. PDA besiyerlerine ekilmiş örnek petrilere 25 °C’de 5 gün inkübe edilmiş olup süre sonunda petrilere maya-küf kolonileri sayılmıştır (Harrigan ve Mc Cance, 1993). Sonuçlar sütte log kob/ml, peynirde ise log kob/g olarak verilmiştir.

E. coli/koliform bakteri sayısı: 3M™ petrifilm™ *E. coli*/koliform sayım plakası kullanılarak analiz edilmiştir. 36 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası petrifilmde pembe ve gaz oluşturan koloniler koliform grubu bakteri olarak, turkuaz mavi-morumsu renkli koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. Sayılan turkuaz mavi-morumsu renkli koloni sayısı pembe renkli koloni sayısına eklenerek toplam koliform sayısı tespit edilmiştir. Sonuçlar sütte log kob/ml, peynirde ise log kob/g olarak verilmiştir.

S. aureus sayısı: 3M™ petrifilm™ *S. aureus* sayım plakası kullanılarak tespit edilmiştir. 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası Petri filmde siyah ve eflatun zonlu koloniler sayılmıştır. Sonuçlar sütte log kob/ml, peynirde ise log kob/g olarak verilmiştir.

3.2.5 Uçucu bileşen analizi

Peynirde uçucu bileşen analizi için Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) (GC 6890, MS 6890N Agilent Technologies, Wilmington DE, ABD) kullanılmıştır. Peynir örneklerindeki uçucu bileşenleri izole edebilmek için katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği kullanılmıştır. 3 gram peynir

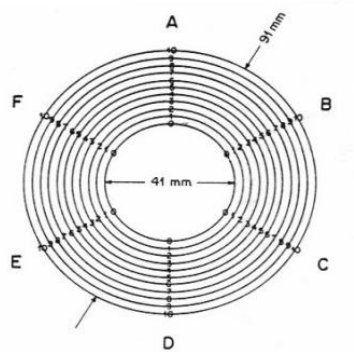
numunesi, 40 ml'lik SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) tartıldıktan sonra üzerine iç standart 2-metil 3-heptanon (20 ppm 80 µl) ve 2-metil valerik asit (200 ppm 80 µl) aktarılarak 30 saniye vortex cihazında (Biosan, V1 Plus-İspanya) karıştırılmıştır (Bulat ve Topçu, 2020). Ardından vialdeki örnekler 20 dakika boyunca 40 °C'deki su banyosunda bekletilmiştir. 20 dk bekletmenin ardından SPME fiber (2cm-50/30µm DVB/Carboxen/PDMS stableflex, Supelco, Bellafonte, ABD) viale batırılmıştır. Vial içine batırılmış olan fiber ile 20 dk daha su banyosunda bekletilmiş ve GC-MS'e enjekte edilmiştir (Yu and Pawliszyn, 2000). GC-MS de DB-WAX kolonu (60 m uzunluk×0,25 mm iç çap×0,25 µm film kalınlığı) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz helyumdur. GC-MS fırın programı için başlangıç sıcaklık ve süresi 40 °C'de 10 dakika, rampası 5 °C/dk, son sıcaklık ve süresi 260 °C'de 1 dakikadır. MS şartları; kapiler arayüz sıcaklığı 250 °C, iyonizasyon enerjisi 70 V, kütle aralığı 35-350 amu, tarama hızı ise 4,45 scans/s'dir. Örneklerdeki uçucu bileşenlerinin tespit ve tayininde National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) ve Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) kütüphaneleri seçilmiştir. Kromatogramlardaki tespit edilen temiz piklerin alanları direkt alınmış olup, birbirine geçmiş olan pikler iyon ekstraksiyonu uygulanarak elde edilen temiz piklerden hesaplama yapılmıştır. Örneklerdeki uçucu bileşen miktarları relatif değer (% RD) olarak hesaplanmış olup aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\% RD = \frac{\text{Uçucu madde pik alanı}}{\text{İç standart pik alanı}} \times 100$$

3.2.6 Eriyebilirlik testi

Peynir örneklerinin eriyebilirliği Koca (2002) tarafından kaşar peynirleri üzerine yapılan çalışmada kullanılan Schreiber erime testi ile belirlenmiştir. Buzdolabından çıkarılan peynirler keskin bir metal sonda benzeri silindir aksam ve keskin bir bıçak ile 4,1 cm çapında ve 4 mm yüksekliğinde kesilmiştir. A4 kağıdına değerlendirme için Şekil 3.4'teki skala çizilmiştir. Kesilen parçalar bu 4,1 cm çaplı alana koyulmuştur. Üzeri kapalı şekilde 230 °C'deki etüvde 5 dk bekletilmiştir. Oda koşullarında 30 dk soğuması için düz bir zeminde bırakılmıştır. Soğuyan petriler, A4 kağıdına çizilmiş olan skala (Şekil 3.4) üzerine konulmuş, ortalandıktan sonra

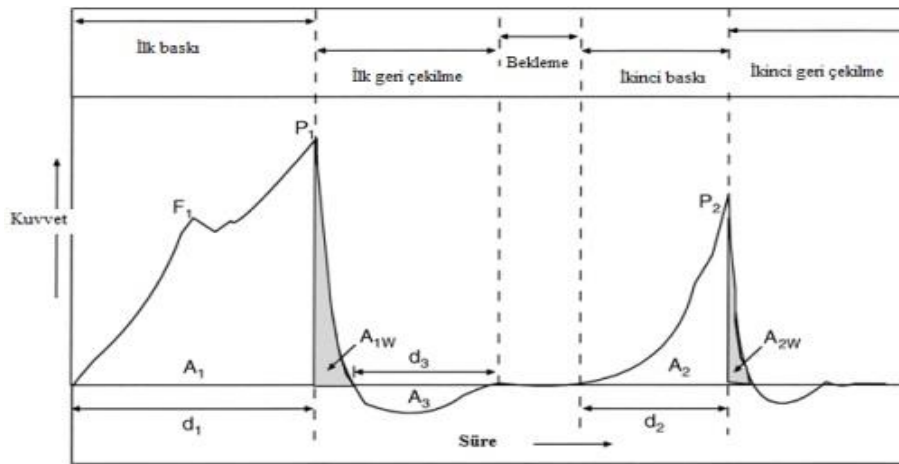
A-E çizgilerindeki peynirlerin genişleme değerleri not edilmiş ve bu altı değer ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Park vd., 1984; Koca, 2002).



Şekil 3.4 Schreiber test skalası (Koca, 2002).

3.2.7 Doku profili analizi (TPA)

Peynirlerin dokusal değerlendirmesi TPA ile yapılmıştır. 4 ± 2 °C’de bekletilen peynirler keskin bir metal silindir ve bıçak yardımıyla 2,5 cm x 2,5 cm boyutta parçalar çıkarıldıktan sonra, düz bir zemine alınmış ve üzerinin kurumasını önleyecek şekilde streçle kapatılarak, merkez sıcaklıklarının 18-20 °C aralığına gelmesi için 30 °C etüvde bekletilmiştir. TPA cihazı (Texture Analyzer TA-XT2, Stable Micro Systems, Haslemere, UK) 30-300 kg kuvvet ile 30 mm çapında alt kısmı düz probun peynir numunelerinin % 80’ini sıkıştırarak ve iki ardışık sıkıştırma işlemi yapılacak şekilde ayarlanmıştır. Elde edilen grafiklerden peynirlerin TPA parametreleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.5 TPA grafiği ve hesaplamaları (Gunasekaran ve Ak, 2003).

Sertlik (hardness) (g) (P_1); bir gıdayı ilk sıkıştırma esnasında uygulanmış olaan maksimum kuvvet (Koca, 2002).

Elastiklik (springiness) (d_2/d_1); Elastiklik ürünün kendi şekline geri gelme oranıdır (Koca, 2002).

Dış yapışkanlık (adhesiveness) (A_3) (g.s), gıda ve gıda dışındaki yüzey arasında çekim kuvvetinin üstesinden gelmek adına gerek duyulan iştir. Bu değer birinci sıkıştırma esnasındaki negatif kuvvetin alanıdır (Koca, 2002; Antoniou vd., 2000).

İç yapışkanlık (cohesiveness) (A_2/A_1); peynirin ağızda parçalanmasından önceki deformasyon derecesi olarak tanımlanmaktadır (Tamime vd., 2011).

Sakızımsılık (gumminess) (sertlik *iç yapışkanlık) (g); bir gıdayı yutmaya hazırlamak için gereken parçalama kuvvetidir (Koca, 2002).

Çiğnenebilirlik (chewiness) (sertlik *iç yapışkanlık*elastiklik) (g); katı gıdanın yutulması için gerekli çiğneme kuvvetidir (Koca, 2002).

Esneklik (resilience) (A_{2w}/A_{1w}); peynirin çiğnenirken eski halini alma derecesidir (Subramanian vd., 2003).

3.2.8 Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme 10 eğitilmiş panelist ile yapılmıştır. Panelistlerin peynirleri görünüş, doku, lezzet ve tüm izlenim açısından değerlendirmesi istenmiştir. Panelistlerin düşük puan vermeleri halinde verilen formda ilgili kusurları işaretlemeleri istenmiştir. Blok eritme peynirinin kaşar peynirine benzerliği nedeniyle değerlendirmede Ek Çizelge A'da verilen 5 puan üzerinden kaşar peyniri için verilmiş olan form kullanılmıştır (Koca, 2002). Her bir örnekten 10-15 g kesilerek, su ve ekmek ile panelistlere değerlendirmeleri için sunulmuştur.

3.2.9 İstatistiksel analiz ve değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme için SPSS for Window 22. 0 (IBM, ABD) paket programı kullanılmıştır. Peynir etimi iki farklı gün yapılmış olup, her üretimden analiz için 2 ayrı peynir paketi kullanılmıştır. Üretim proseslerinin, eklenen PS miktarının ve depolamanın peynir kalitesi üzerindeki etkileri Tek Yönlü Varyans Analizi (One-way Anova) ile belirlenmiş olup, değerler arasındaki önemli farklılıkları ($p<0,05$) tespit edebilmek için Duncan oklu karşılaştırma (Post Hoc-Duncan test) metodu uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Peynir Üretim Proseslerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikler Üzerine Etkileri

Bu çalışma ile peynir üretimi esnasında termizasyon, pıhtılaştırma, eritme ve dinlendirme işlemlerinin peynirin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri ortaya konmuştur. Bu nedenle çiğ süt, termize süt, pıhtı (teleme), eritme işlemi sonrasında elde edilen peynir hamurunda ve dinlendirme sonrası peynirde mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Blok eritme peynirinde proses aşamalarının etkileri kontrol peyniri üzerinden değerlendirilmiş ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, mikrobiyolojik analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan çiğ süte ait toplam bakteri sayısının, Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği’ndeki (2022) maksimum 5 log kob/ml limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Toplam bakteri sayısı, gıda kalitesi ve gıda hijyeni açısından indikatör olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle yüksek toplam bakteri sayısı, çiğ sütün yeterli olmayan hijyenik koşullarda toplandığı ve işlendiği ile ilgilidir (Şengül vd., 2011).

Çizelge 4.1 Blok eritme peynirinde üretim proseslerinin kimyasal özellikler üzerine etkisi

A (kontrol) örneği	Çiğ süt	Termize süt	Eritme işlemi öncesi teleme	Eritme işlemi sonrası peynir hamuru	Dinlendirme işlemi sonrası peynir
pH	6,71 ^a ± 0,06	6,56 ^a ± 0,15	5,28 ^c ± 0,00	5,78 ^b ± 0,04	5,75 ^b ± 0,03
KM (%)	11,98 ^c ± 0,25	11,61 ^c ± 0,29	52,3 ^{ab} ± 0,04	51,08 ^b ± 1,38	53,58 ^a ± 0,74
Yağ (%)	3,43 ^c ± 0,11	3,31 ^c ± 0,09	27,95 ^a ± 0,10	25,99 ^b ± 0,91	25,00 ^b ± 0,00
KM’de yağ	28,62 ^c ± 1,23	28,55 ^c ± 1,31	53,42 ^a ± 0,17	50,90 ^a ± 0,70	46,67 ^b ± 0,65
Protein (%)	3,00 ± 0,14	---	---	---	26,14 ± 0,03
KM’de protein (%)	25,04±0,66	---	---	---	48,80±0,63

^{abc} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.2 Blok eritme peynirinde üretim proseslerinin mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi (log kob/ml süt, log kob/g teleme veya peynir)

A (kontrol) örneğinde analizler	Çiğ süt	Termize süt	Eritme işlemi öncesi teleme	Eritme işlemi sonrası peynir hamuru	Dinlendirme işlemi sonrası peynir
TAMB	7,05 ^a ±0,53	6,53 ^a ±0,03	5,29 ^b ±0,27	3,13 ^c ±0,01	3,12 ^c ±0,02
Maya	5,09 ^a ±0,75	3,25 ^b ±0,32	3,55 ^b ±0,02	<1 ^c	<1 ^c
Küf	3,97 ^a ±0,37	<1 ^c	2,58 ^b ±0,13	<1 ^c	<1 ^c
Koliform bakteri	5,25 ^a ±0,40	2,58 ^b ±0,82	3,39 ^b ±0,04	<1 ^c	<1 ^c
<i>E. coli</i>	3,83 ^a ±0,81	2,45 ^b ±0,64	2,88 ^{ab} ±0,29	<1 ^c	<1 ^c
<i>S. aureus</i>	4,77 ^a ±0,10	4,02 ^a ±0,41	4,36 ^a ±0,28	2,36 ^b ±0,37	2,05 ^b ±0,11

^{abc} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

4.1.1 Termizasyon işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri

Çiğ sütte pH değeri 6,71 iken termize sütte 6,56'ya düşmüştür (p>0,05). Termize süt KM ve yağ değerleri sırasıyla % 11,61 ve % 3,31'dir (Çizelge 4.1). Termizasyon işlemi ile KM ve yağ değerlerinde bir miktar düşüş olsa da istatistiksel olarak farklılık yaratmamıştır (p>0,05).

65 °C'de 31 s ısıtma işlemi (termizasyon) sonucu termize sütte TAMB, maya, küf, koliform bakteri, *E. coli* ve *S. aureus* sayıları sırasıyla 6,53, 3,25, <1, 2,58, 2,45, 4,02 log kob/ml tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). TAMB sayısı termizasyon işlemi ile düşmüştür (p>0,05). Ancak bu değer hala Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ndeki (2022) maksimum 5 log kob/ml limitinin üzerindedir. Küf sayısı termizasyon işlemi ile tespit edilebilir limitin altına düşmüştür (p<0,05). Böylece küflerin inhibisyonu için termizasyon işleminin etkili olduğu saptanmıştır. Termizasyon işlemi ile aynı zamanda maya ve koliform bakteri sayısında yaklaşık 2 logaritmik birim, *E. coli* sayısında yaklaşık 1 logaritmik birim azalma tespit edilmiştir (p<0,05). Eralp (1974), ısıtma işlemi görmüş süttten üretilen salamura beyaz peynirde koliform bakteri bulunmamasına rağmen çiğ süttten üretilen salamura beyaz peynirde 2,4 log kob/ml koliform bakteri

bildirerek, ısıt işlemin hijyen indikatörü olarak tanımlanan koliform bakteriler, dolayısıyla da mikrobiyolojik kalite üzerinde çok etkili olduğunu belirtmiştir (Kaynar vd., 2005).

Çiğ sütte *S. aureus* tespit edilmiş olması, çiğ sütün mastitisli süt ile kontamine olabileceğini şüphesini doğurmaktadır. 65 °C’de 31 s termizasyon işlemi ile *S. aureus* sayısında yaklaşık 0,75 log kob/ml’lik düşüş tespit edilmiştir ($p<0,05$). Termizasyon işlemi ile *S. aureus* sayısında diğer mikroorganizma sayılarındaki düşüşe göre nispeten daha az düşüş olmuştur. Dolayısıyla termizasyon işlemi, *S. aureus* üzerinde diğer mikroorganizmalara göre daha düşük etki göstermiştir. Bu durum, bakterinin uygulanan ısıt işlem şartlarına direnç göstermesi ile ilişkilendirilebilir. Bu nedenle kullanılan hammaddenin başlangıç yükünün de sonraki üretim süreçlerindeki hijyenik koşulları ve son ürün mikrobiyolojik kalitesini etkileyeceği düşünülmektedir. Nitekim, *S. aureus*’un ısıt işlem başta olmak üzere, birçok uygulamaya karşı yüksek dirence sahip olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ayana ve Turhan, 2009).

4.1.2 Pıhtılaştırma işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri

Termize süte maya ilave edilmesi ile elde edilen telemenin pH değeri termize süte göre daha düşüktür. Eritme işlemi öncesinde teleme oluşumu ve telemeden suyun uzaklaştırılması aşamasında pH’ın düşmesi ve KM ile KM’de yağ değerinin artması beklenen bir durumdur. Bu çalışmada termize süte göre telemede pH’ın 6,56’dan 5,28’e düştüğü tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı zamanda KM değeri % 11,61’den % 52,3’e, yağ değeri % 3,31’den % 27,95’e, KM’de yağ değeri ise % 28,55’ten % 53,42’ye yükselmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2’ye göre telemenin mikrobiyolojik özellikleri, termize süt ile karşılaştırıldığında farklılık göstermiştir. Kontrol (A) örneği için kullanılan termize sütün TAMB sayısı 6,53 log kob/ml iken üretiminde kullanılan A örneği telemenin TAMB sayısı 5,29 log kob/g’a düşmüştür. Böylece, teleme üretildikten sonra, termize süte göre TAMB sayısında yaklaşık 1 logaritmik birim azalma saptanırken maya, küf, *E. coli*, koliform ve *S. aureus* sayılarında az miktarda artış saptanmıştır.

Mikroorganizma sayılarındaki artışa üretim prosesinde kullanılan ekipmanlar ve ortamdan bulaşmalar ile mayalama, pıhtıdan suyun uzaklaştırılması vb. proses basamaklarındaki işlem süreçlerinin neden olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada termizasyon ile tespit edilebilir limit altına düşen küfler, pıhtılaştırma işlemi sonrası eritme işleminde kullanılacak telemede 2,58 log kob/g tespit edilmiştir. Bu nedenle küflerin ortam şartlarından daha hızlı etkilendikleri ve gelişebildikleri düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda ayrılan peynir altı suyunun peynirdeki nem, a_w , pH ve dolayısıyla mikrobiyal gelişme üzerinde etkileri olduğu saptanmıştır. Bekleme süre ve koşullarının peynir kalitesi üzerinde olumsuz etkilerinin önlenmesi için sıkı takip ve kontrol gerektiği yapılan bu çalışmalarda bildirilmiştir (Akın, 2004).

4.1.3 Eritme işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri

Çizelge 4.1 incelendiğinde pH'ın eritme işlemi öncesine göre arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Böylece eritme işlemi ile pH 5,28'den 5,78'e yükselmiştir ($p>0,05$). Bu artışa eritme tuzu ilavesinin neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda emülsifiye edici tuz kullanımı ile pH'ın genelde bir miktar arttığı belirtilmektedir. Bunun yanında uygulanan mekanik ve termal işlemler de, kazein yapısı ve dolayısıyla emülsiyon yapısı üzerine etkilerinin olması nedeniyle pH üzerinde etkileri mevcuttur (Özkan, 2012). KM, yağ ve KM'de yağ değerlerinde ise bir miktar kayıp olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yapılan çalışmalarda eritme yöntemiyle üretilen peynirlerde kullanılan telemenin (pıhtı) asitliğinin de önem taşıdığı belirtilmektedir. Ayrıca eritme işlemi, yağ- protein kayıpları gibi peynir yapısında birtakım değişikliklere neden olabilen en önemli aşamalardandır. Pıhtı yapısındaki doğal enzimler ile mayalama için ilave edilmiş enzimlerin miktarı da eritme sıcaklığı ve süresinden etkilenmektedir. Bu nedenle, çiğ süt tedarikinden itibaren başlangıçtaki bakteri, maya ve küf sayıları iyileştirilebildiği takdirde, ısıtım işlem uygulanmasıyla da daha kaliteli peynir üretilmektedir (Güler vd., 2021).

Çizelge 4.2 incelendiğinde TAMB sayısı 5,29 log kob/g'dan 3,13 log kob/g'a düşmüştür ($p<0,05$). Eritme işlemi TAMB sayısında yaklaşık 2 log kob/g düşüşe neden olmuştur. Eritme işleminin aynı zamanda, maya ve küf sayıları üzerinde inhibe edici etkisi olduğu görülmektedir. Maya ve küflere benzer şekilde, koliform

bakteri ve *E. coli* üzerinde de inhibe edici etki göstermiştir. 72 °C'deki 20 dakika (dk) süren eritme işleminde uygulanan ısı işlem, inhibe etmek için yeterli olmuştur. Benzer şekilde Şengül vd. (2011) kaşar peynirinde yaptıkları çalışmada olgunlaştırma esnasında hiçbir üründe koliform gurubu bakteriye rastlanmadıklarını bildirmişlerdir.

72 °C'de 20 dk eritme işlemi ile telemedeki *S. aureus* bakterileri ise tamamen yok edilememiştir. Eritme işlemi öncesinde telemede tespit edilen 4,36 log kob/g bakteri sayısı, eritme işlemi ile 2 logaritmik birim azalarak 2,36 log kob/g'a düşmüştür ($p<0,05$).

4.1.4 Dinlendirme işleminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisileri

Çizelge 4.1 incelendiğinde dinlendirme işlemi ile pH değeri 5,78'den 5,75'e düşmüştür ($p<0,05$). Bu düşüşün dinlendirme esnasında starter kültürün çalışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. KM değeri ise % 51,08'den %53,58'e çıkmıştır ($p<0,05$). KM değeri dinlendirme işleminde açık şekilde dinlendirme yönteminden etkilenmiş ve oluşan su kaybı nedeniyle artış göstermiştir. Yağ değeri dinlendirme öncesinde 25,99 iken, dinlendirme sonrasında 25,00 ölçülmüştür ($p<0,05$). Bu farklılık teknolojik açıdan kabul edilebilir düzeydedir. KM'de yağ değeri ise KM değeri arttığı için düşüş göstermiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.2'ye göre dinlendirme işlemi sonrasındaki TAMB sayısı, eritme işlemi sonrasındaki değerden farklılık göstermemiştir. *S. aureus* sayısı ise dinlendirme işlemi sonrasında bir miktar azalmıştır ($p>0,05$). Dinlendirme işleminde maya, küf, koliform bakteri ve *E. coli* sayıları eritme işlemi sonrası hamura benzer şekilde tespit edilebilir limit altında kalmıştır. Dinlendirme aşamasında peynirler açık şekilde dinlendirilmelerine rağmen sayılarında artış olmamış olup, peynirlerin mikrobiyolojik kaliteleri de proses esnasında korunabilmiştir.

4.1.5 Telemeye potasyum sorbat ilavesinin eritme ve dinlendirme işlemlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi

Farklı miktarda PS'nin (200-800 ppm) eritme işleminde direkt telemeye ilave edilmesinden sonra farklı PS miktarı içeren eritilmiş peynir hamuru elde edilmiştir. Daha sonra peynir hamuru, eritme işlemi sonrası porsiyonlanıp kalıplanmıştır. Örnekler akabinde dinlendirilmiş, vakum ambalajlanmıştır. Farklı oranlarda PS ilave edilen teleme, eritme sonrası peynir hamuru ve dinlendirme sonrası peynir örneklerine ait kimyasal özellikler Çizelge 4.3'te, mikrobiyolojik özellikler ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Blok eritme peynirinde telemeye potasyum sorbat ilavesi sonrasında proses aşamalarının kimyasal özellikler üzerine etkisi

İşlem	Örnek	pH	KM (%)	KM'de tuz (%)	KM'de yağ (%)	KM'de Protein (%)
Eritme işlemi öncesi	A	5,28 ^c ±0,00	52,3 ^a ±0,04	--	53,42 ^a ±0,17	--
	B	5,26 ^c ±0,01	53,53 ^a ±1,31	--	51,63 ^a ±1,60	--
	C	5,23 ^b ±0,01	54,65 ^a ±0,07	--	51,28 ^a ±0,76	--
	D	5,21 ^b ±0,01	53,63 ^a ±0,95	--	51,54 ^a ±1,23	--
	E	5,18 ^a ±0,01	53,68 ^a ±1,38	--	51,00 ^a ±0,34	--
Eritme işlemi sonrası	A	5,78 ^c ±0,04	51,08 ^a ±1,38	--	50,90 ^a ±0,70	--
	B	5,74 ^{bc} ±0,04	51,30 ^a ±1,56	--	49,23 ^a ±0,80	--
	C	5,72 ^{bc} ±0,05	52,68 ^a ±0,39	--	49,57 ^a ±0,20	--
	D	5,66 ^{ab} ±0,02	52,73 ^a ±1,17	--	50,49 ^a ±1,23	--
	E	5,60 ^a ±0,04	53,90 ^a ±2,12	--	48,29 ^a ±1,20	--
Dinlendirme sonrası	A	5,75 ^c ±0,03	53,58 ^a ±0,74	3,84 ^a ±0,21	46,67 ^{bc} ±0,65	48,80 ^a ±0,63
	B	5,71 ^c ±0,00	53,63 ^a ±0,73	3,66 ^{ab} ±0,29	46,38 ^{bc} ± 0,30	48,88 ^a ±0,59
	C	5,63 ^b ±0,04	54,02 ^a ±0,04	3,20 ^b ±0,08	46,28 ^c ±0,03	48,97 ^a ±0,66
	D	5,57 ^{ab} ±0,04	54,18 ^a ±0,39	3,30 ^b ±0,04	47,99 ^a ±0,34	49,22 ^a ±0,83
	E	5,53 ^a ±0,01	54,90 ^a ±0,35	3,46 ^{ab} ±0,10	47,36 ^{ab} ±0,30	48,85 ^a ±0,12

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin her bir proses basamağı için istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde telemeye ait pH 5,18 ile 5,28 aralığında, KM % 52,33 ile % 53,68 aralığında, KM’de yağ % 48,04 ile % 53,27 aralığındadır. Üretimde eritme işlemi öncesinde starter kültür ilavesi ile telemenin pH’ının 5,20-5,30 civarına düşmesi, pıhtıdan suyun uzaklaşması ile KM’nin ise % 40-55 civarına artması beklenmektedir. Bu çalışmada kullanılacak teleme, üretim yapılacak örnekler için 5 eşit parçaya bölünmüş ve bütün örneklerde, aynı teleme kullanılmıştır. Eritme işlemi ise A, B, C, D, E sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle eritme işlemi öncesinde telemenin, bekledikçe geçen sürede pH değeri düşmeye devam etmiştir ($p<0,05$). Ancak bu düşüş proses gereği kabul edilebilir düzeydedir. Teleme, eritme işlemi öncesinde KM ve KM’de yağ değerlerinde de teleme bekledikçe küçük değişimler olmasına karşın, istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Eritme işlemi sonrası peynir hamurunda pH 5,78 ile 5,60 aralığında, KM % 51,08 ile % 53,90 aralığında, KM’de yağ % 50,90 ile % 48,29 aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Telemeye ilave edilen PS konsantrasyonuna bağlı pH değişimi incelendiğinde, PS artışı ile eritme işlemi sonrası peynir hamurunun pH değeri azalmıştır. A örneğine göre D ve E örneğinin pH değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerin KM değeri ve KM’de de yağ değerlerinde bazı sapmalar olmasına karşın istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Dinlendirme işlemi sonrası peynirlerde pH 5,75 ile 5,53 aralığındadır. PS konsantrasyonu arttıkça pH’ın genel olarak düştüğü görülmektedir. C, D, E örneklerinin pH değerleri, A ve B örneklerine göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Buradaki düşüş teleme ve eritme işlemi sonrası hamurun değişimi ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle pH’ın PS konsantrasyonuna bağlı değişiminin nedeni PS’den çok üretim prosesindeki süreçten kaynaklandığı düşünülmektedir. Tosun’un (2021) BEP üzerinde yaptığı çalışmasında depolamanın ilk günü pH 5,38 ile 5,46 aralığında; Solak’ın (2013) BEP’de yaptığı çalışmada ise 5,30 ile 5,60 aralığında bildirilmiştir. Esen vd. (2020) tarafından peynir analoglarında yapılan çalışmada depolamanın ilk gününde pH 6,20 ölçülmüştür. Bu çalışmadaki dinlendirme sonrası 0. gün pH değerleri, Tosun’un (2021) çalışmasındaki pH değerlerinden yüksek, Esen vd. (2020) çalışmasındaki

pH değerlerinden düşük iken Solak'ın (2013) çalışması ile uyumludur. Eritme tipi peynirlerde pH, kullanılan hammadde kalitesi, kullanılan emülsifiye edici tuzların kompozisyonu ve miktarından da önemli ölçüde etkilenmektedir (Özkan, 2012).

Çizelge 4.3'e göre BEP örneklerinin KM değerlerinin % 53,63 ile % 54,90 aralığında olduğu görülmektedir. Her ne kadar kontrol örneğinin KM değeri diğer örneklerle göre daha düşük olsa da, PS konsantrasyonun BEP'in KM değerleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Analiz edilen BEP, KM değerleri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ndeki (2015) eritme peynirleri için belirlenmiş olan minimum % 40 KM kriterinden yüksektir. PS'nin direkt eritme işlemi esnasında ilave edilmiş olması nedeniyle, PS'nin KM değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. KM değerinin, daha çok kullanılan telemenin pH, başlangıç KM ve yağ değerinden ve eritme işlemi sonrasında dinlendirme aşamalarındaki su ve yağ kayıpları ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmadan farklı olarak Babacan (2012) tarafından kaşar peynirinde farklı tuzlama teknikleri ve PS'nin kaşar peyniri üzerinde etkilerinin araştırıldığı çalışmada, PS kullanımının KM değerlerini etkilediği tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada KM değerleri, kontrol grubu (haşlanan), haşlama suyuna PS ilave edilen, kuru tuzlanan ve kuru tuzlamada PS ilave edilen peynirlerde sırasıyla % 55,84, % 54,33, % 58,06, % 56,87 olarak bildirilmiştir. Kuru tuzlanan ve kuru tuzlamada sorbat uygulanan peynirlerin KM değerleri, diğer peynirlere göre daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu çalışmada en düşük KM değeri haşlama suyuna PS ilave edilen peynirlere aittir. Dolayısıyla KM değerlerindeki farklılıkların PS'nin uygulama yöntemlerinden etkilendiği söz konusu çalışmada belirtilmiştir.

Bu çalışmada KM'de tuz içeriklerinde ise sapmalar görülmüştür. Her örnek üretimi için eşit tuz eklenmiştir. Sorbik asitin tuz formu olan PS'nin KM'de tuz oranı üzerinde bir miktar etkisi olabileceğinden, tuz oranının PS ile orantılı artması beklenirken tuz oranında dalgalanmalar tespit edilmiştir. Bu nedenle KM'de tuz oranının PS ilavesinden önce proses ve KM değerlerinden daha çok etkilendiği düşünülmektedir. Değerler % 3,20 ile % 3,84 aralığındadır. Bu değerler, Tosun (2021) tarafından BEP'de yapılan çalışmada bildirilen % 2,86 ile % 2,11 aralığındaki değerlerden yüksektir. Tosun (2021) çalışmasında eritme tuzunu % 1 (w/w) oranında kullanırken, % 0,75 ile % 1,5 w/w oranında sofr tuzu kullanmıştır.

Esen vd. (2020) tarafından peynir analoglarında yapılan çalışmada KM’de tuz değerleri % 3,55 ile % 3,75 aralığında tespit edilmiş olup, bu çalışmada KM’de tuz değerleri söz konusu çalışmadaki değerler ile paraleldir. Esen vd. (2020) yaptıkları çalışmada % 1,13 eritme tuzu, % 1,45 tuz kullandığını bildirmiştir. Bu çalışmada analiz edilen blok eritme peynirlerinde, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’ne (2015) göre eritme peyniri için belirlenmiş olan maksimum % 4,5 KM’de tuz kriterine uygun sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca kullanılan eritme tuzlarının miktarı ve çeşitleri de Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde (2019) işlenmiş peynir için belirtilen maksimum 20000 mg/kg değerinin altında olup, yönetmeliğe uygunluk göstermektedir. BEP’lerde tespit edilen KM’de yağ değerleri ise % 46,28 ile % 47,99 aralığındadır. D ve E örneklerindeki KM’de yağ değerleri diğer örneklerle göre istatistiksel olarak farklı bulunmasına rağmen, PS ilavesinin etkisi anlamlı bulunmamıştır. Bu nedenle PS ilavesinin KM’de yağ üzerinde etkisini olmadığı düşünülmektedir. Tespit edilen KM’de yağ değerlerine göre analiz edilen BEP örnekleri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde (2015) peynir için tanımlanan tam yağlı peynir sınıfına girmektedir. Dinlendirme sonrası peynirde KM’de protein, % 48,80 ile % 49,22 aralığındadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4 Blok eritme peynirinde telemeye potasyum sorbat ilavesi sonrasında proses aşamalarının mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi

İşlem	Örnek	TMAB (log kob/g)	Maya (log kob/g)	Küf (log kob/g)	Koliform bakteri (log kob/g)	<i>E. coli</i> (log kob/g)	<i>S. aureus</i> (log kob/g)
Eritme işlemi öncesi	A	5,29 ^a ±0,27	3,55 ^a ±0,02	2,58 ^a ±0,13	3,39 ^a ±0,04	2,88 ^a ±0,29	4,36 ^a ±0,28
	B	5,30 ^a ±0,71	3,40 ^a ±0,04	2,65 ^a ±0,33	3,59 ^a ±0,06	2,87 ^a ±0,78	4,81 ^a ±0,35
	C	5,12 ^a ±1,07	3,30 ^a ±0,08	2,62 ^a ±0,14	3,37 ^a ±0,17	2,96 ^a ±0,36	4,63 ^a ±0,63
	D	5,33 ^a ±0,78	3,40 ^a ±0,24	2,75 ^a ±0,33	3,52 ^a ±0,03	3,20 ^a ±0,14	4,44 ^a ±0,27
	E	5,31 ^a ±0,80	3,31 ^a ±0,31	2,65 ^a ±0,19	3,53 ^a ±0,02	2,99 ^a ±0,42	4,50 ^a ±0,25
Eritme işlemi sonrası	A	3,13 ^b ±0,01	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,36 ^a ±0,37
	B	3,02 ^{ab} ±0,08	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,05 ^a ±0,56
	C	2,98 ^{ab} ±0,14	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	1,79 ^a ±0,44
	D	2,93 ^a ±0,10	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,18 ^a ±0,35
	E	2,90 ^a ±0,01	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,00 ^a ±0,27

Çizelge 4.4 (devam)

Dinlendirme sonrası	A	3,12 ^b ±0,02	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,05 ^a ±0,11
	B	3,09 ^{ab} ±0,04	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	1,94 ^a ±0,14
	C	2,88 ^a ±0,08	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	1,69 ^a ±0,21
	D	3,02 ^{ab} ±0,14	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	1,94 ^a ±0,35
	E	3,04 ^{ab} ±0,02	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a	2,08 ^a ±0,29

Aynı sütundaki ortalama değerlerin her bir proses basamağı için istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde teleme örneklerinde TAMB 5,33 ile 5,12 log kob/g, maya 3,30 ile 3,55 log kob/g aralığında, küf 2,58 ile 2,75 log kob/g aralığında, koliform bakteri 3,39 ile 3,59 log kob/g aralığında, *E. coli* 2,87 ile 3,20 log kob/g aralığında, *S. aureus* 4,36 ile 4,81 log kob/g aralığında tespit edildiği görülmektedir.

Eritme işlemi sonrası farklı konsantrasyonda PS eklenmiş olan peynir hamurunun TAMB sayısı 3,13 ile 2,90 log kob/g aralığındadır. PS konsantrasyonu arttıkça sayı azalmıştır. A örneğine göre D ve E örneği istatistiksel olarak farklılık göstermektedir (p<0,05). *S. aureus* değerleri ise 2,36 ile 1,78 log kob/g aralığındadır. PS ilave edilen örnekler, A örneğine göre daha düşük *S. aureus* değerine sahiptir (p>0,05). Her ne kadar örnekler arasında eritme işlemi sonrası *S. aureus* sayıları, PS konsantrasyonunun artmasıyla bir miktar değişiklik göstermiş olmasına rağmen, konsantrasyon bazında değişimi anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). 72 °C'de 20 dk'lık eritme işlemindeki ısıl işlem ile telemedeki *S. aureus* bakterileri tamamen yok edilememiş olmasına rağmen PS eklenen peynir örneklerinde kontrol örneğine göre daha düşük değerler tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bu nedenle *S. aureus*'u tamamen inhibe edebilmek için daha yüksek sıcaklık ve/veya süre uygulanması gerektiği düşünülmektedir. Nitekim, Doruk'un (2018) eritme peynirinde farklı ısıl işlem tekniklerini denediği çalışmada, 104 °C ve 30 s'de ısıl işlem yapılarak üretilen eritme tipi peynirlerde eritme işlemi sonrasında *S. aureus* tespit edilmediği ancak yüksek sıcaklık ve süre uygulamalarında da lezzet-doku problemleri yaşanabileceği bildirilmiştir (Şalvarcı, 2015).

Dinlendirme aşaması sonrası farklı konsantrasyonda PS içeren BEP örneklerinde, TAMB sayısı 2,88 ile 3,12 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. B,

C, D, E örneklerinde A örneğinden daha düşük TAMB saptanmıştır. TAMB sayısının PS ilavesinden etkilendiği görülmüştür. Ancak, PS oranındaki artış baz alındığında doz bazında dikkate değer bir fark yaratmamıştır. Eritme işlemi sonrası hamura göre *S. aureus* sayıları bir miktar düşmüştür ($p>0,05$). PS'nin depolamanın erken döneminde *S. aureus* üzerinde etki göstermiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerde tespit edilen *S. aureus* sayısı 1,69 ile 2,08 log kob/g aralığındadır. *S. aureus* sayıları PS ilavesi ile kontrole göre genelde düşüş gösterirken, konsantrasyon bazında dalgalanmıştır. PS ilavesinin, TAMB ile benzer şekilde *S. aureus* üzerinde de inhibe edici etki gösterdiği ancak ilave edilen PS miktarındaki artış baz alındığında dozun *S. aureus* sayısı üzerinde etkisi olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Farklı konsantrasyonlarda telemeye sorbat ilave edilen bütün peynir örneklerinde eritme işlemi ile maya, küf, koliform bakteri ve *E. coli* sayıları tespit edilebilir limitin altına düşmüştür. Bu sonuç eritme işleminin potasyum sorbat kullanımından bağımsız olarak bu mikroorganizmalar üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermektedir. Dinlendirme aşamasında da bir değişiklik olmamıştır. Bu durum, dinlendirme odalarında bulaş olmadığını göstermektedir.

4.3 Depolama Sürecinde Blok Eritme Peynir Analiz Sonuçları

4.3.1 pH değerleri

pH değişimi, depolama boyunca tat-koku ve raf ömrünü etkileyen bir faktördür (Boran, 2012). BEP'de depolama boyunca PS konsantrasyonlarına göre pH değerlerindeki değişim Çizelge 4.5 ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Depolama sürecinde BEP'in pH değerleri

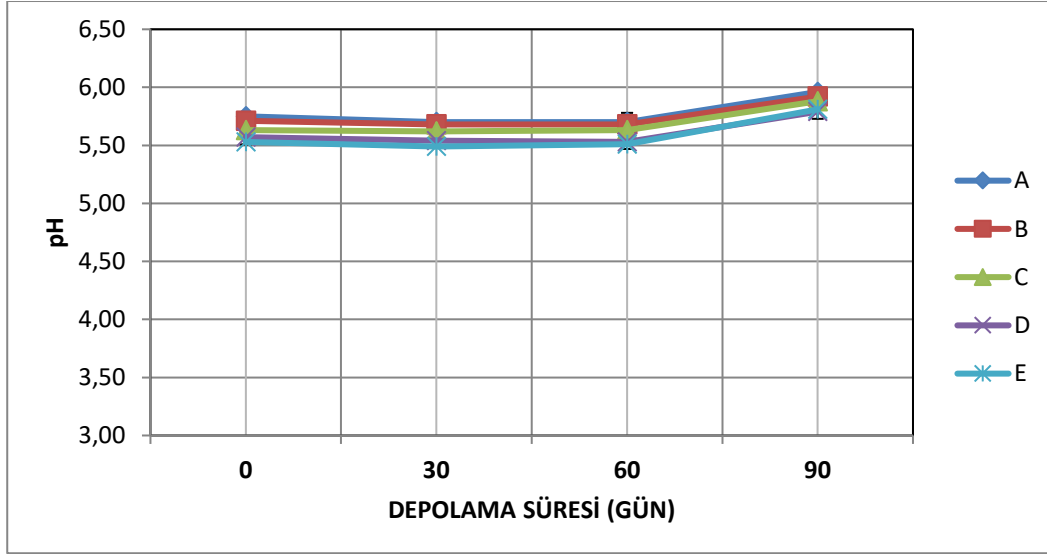
pH oranları	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	5,75 ^{CX} ±0,03	5,70 ^{ax} ±0,04	5,70 ^{bx} ±0,08	5,96 ^{CY} ±0,01
B	5,71 ^{CX} ±0,00	5,68 ^{ax} ±0,06	5,68 ^{abx} ±0,08	5,92 ^{CY} ±0,00
C	5,63 ^{bx} ±0,04	5,62 ^{ax} ±0,18	5,63 ^{abx} ±0,05	5,88 ^{bcx} ±0,01
D	5,57 ^{abx} ±0,04	5,54 ^{ax} ±0,11	5,53 ^{bx} ±0,07	5,79 ^{ay} ±0,06
E	5,53 ^{ax} ±0,01	5,49 ^{ax} ±0,10	5,51 ^{ax} ±0,00	5,81 ^{aby} ±0,04

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p < 0.05$).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p < 0.05$). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.5'da görüldüğü üzere BEP'in depolama başlangıcında 5,53 ile 5,75 aralığında olan pH değerleri, 30. gün 5,70 ile 5,49 aralığında, 60. gün 5,70 ile 5,51 aralığında, 90. gün 5,96 ile 5,79 aralığında bulunmuştur. Depolamanın 0. gününde PS konsantrasyonu arttıkça, eritme öncesi teleme ve peynir hamuruna benzer bir eğilim gözlenmiştir. Bu nedenle kullanılan PS miktarı arttıkça pH değeri düşmüştür ancak bu düşüşe peynir üretiminde kullanılan telemenin başlangıç pH'sı ve bekleme sürecinin neden olduğu düşünülmektedir. Depolama sürecinin 30. günü pH değerlerinde az miktarda düşüş tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Depolamanın 60. günü değişiklik gözlenmemiş olup, 90. günde ise artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Bu çalışmada 90. depolama gününde pH değerinde gözlenen artış (Şekil 4.1) depolama boyunca örneklerdeki maya ve küflerin ortamdaki asitleri metabolize ederek amonyak üretmeleri ve aminoasitlerin deaminasyonu sonucu ortamın asitliğinin düşmesi ile açıklanabilir. Tosun (2021) eritme peynirinde farklı formülasyon ve depolama süreleri üzerine yaptığı çalışmasında, Babacan (2012) ise PS ile muamele edilen kaşar peynirlerinde yaptığı çalışmasında pH'ın depolama boyunca 60. güne dek düştüğü, 90. gün ise artış gösterdiği bildirilmiştir. Babacan (2012) tarafından yapılan çalışmada, aynı zamanda PS ile muamele edilen kaşar peynirlerinin kontrol grubuna göre daha düşük pH'ya sahip olduğu bildirilmiştir. Baldissera vd. (2021) mozzarella ile yaptığı çalışmada, % 0,2 PS içeren çözeltiye daldırdığı peynirlerin pH değerlerinde 45. depolama gününde artış, 75. depolama gününde ise azalış olduğunu tespit etmiştir. Söz konusu çalışmada PS ilave edilen örneklerin kontrol örneğine göre daha yüksek pH'ya sahip olması nedeniyle PS eklemenin pH'ı arttırıcı etkisi olduğu bildirilmiştir (Baldissera, 2021). Karaman ve Akbulut (2006)

tarafından kaşar peynirinin raf ömrünün arttırılmasına yönelik yapılan araştırmada, 90 günlük depolama sonunda pH değişimi anlamlı bulunmuştur. Söz konusu çalışmada depolama boyunca PS ilave edilen örneklerde pH'nın düştüğü belirtilmiştir.



Şekil 4.1 Depolama boyunca BEP'in pH değerlerindeki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

4.3.2 Kuru madde oranları

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.2'da depolama boyunca farklı PS konsantrasyonları ile üretilen peynirlerin KM değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6 Depolama sürecinde BEP'in KM değerleri

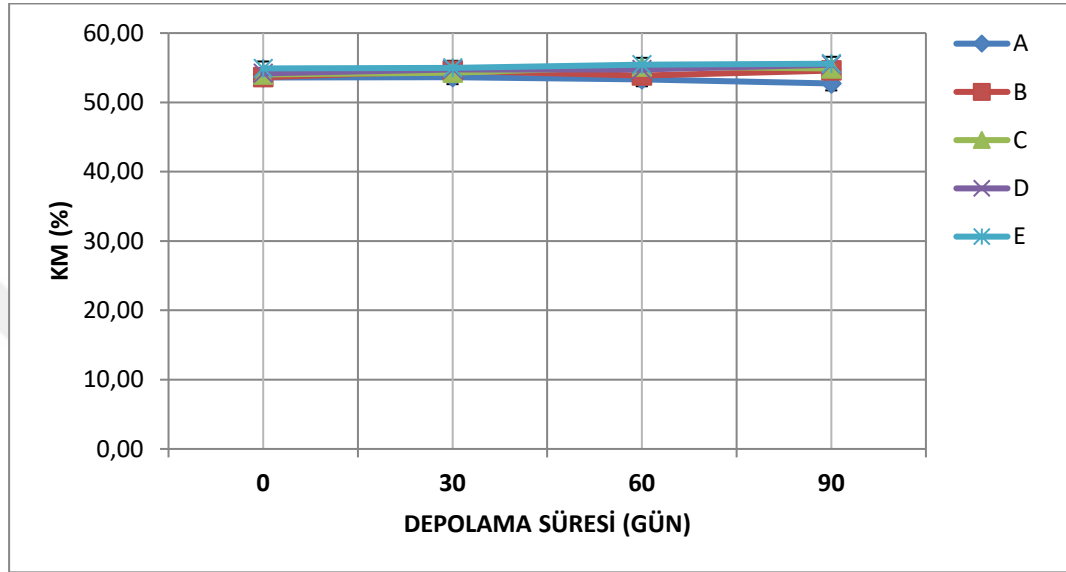
KM (%)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	53,58 ^{ax} ±0,74	53,63 ^{bx} ±0,25	53,33 ^{ax} ±1,10	52,73 ^{bx} ±0,18
B	53,63 ^{ax} ±0,73	54,58 ^{abx} ±0,18	53,85 ^{ax} ±1,06	54,59 ^{ax} ±0,79
C	54,03 ^{ay} ±0,04	54,28 ^{abxy} ±0,74	55,18 ^{ax} ±0,18	54,90 ^{axy} ±0,02
D	54,18 ^{ax} ±0,39	54,75 ^{abx} ±0,42	54,73 ^{ax} ±0,74	55,43 ^{ax} ±0,71
E	54,90 ^{ax} ±0,35	55,00 ^{ax} ±0,42	55,43 ^{ax} ±1,17	55,58 ^{ax} ±0,43

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.6'ya göre KM değerleri, % 52,73 ile % 55,58 aralığındadır. Depolama sürecinde A örneğinin KM değerleri diğer peynir örneklerine göre düşük bulunmuş ve PS konsantrasyonu arttıkça KM değerlerinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). Bu değişimin, örneklerin başlangıç KM değerleri ile uyum içinde olması ve depolama boyunca kabul edilebilir düzeyde artışlar tespit edilmiş olması nedeniyle teknolojik açıdan kabul edilebilir düzeydedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Depolama boyunca BEP'in KM değerlerindeki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Badem (2015) tarafından BEP'de yapılan çalışmada depolama boyunca KM değeri, 30. ve 60. günlerde düşüş, 90. günde ise artış göstermiştir. Solak (2013) BEP'de yaptığı çalışmasında 90. gün KM değerlerinde ilk güne göre artış tespit etmiştir. Özkan'ın (2012) BEP'de yaptığı çalışmasında KM değeri, ilk gün % 46,70 ile % 48,40 aralığında; 90. gün ise % 47,45 ile % 51,60 aralığındadır. Solak ve Akın (2019) farklı pH derecelerinde ürettikleri farklı BEP ile yaptıkları çalışmada KM değerlerinin % 49,05 ile % 52,10 arasında olduğunu ve tüm örneklerde depolama boyunca KM değerlerinin önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Koca vd. (2004) yapmış oldukları çalışmada vakum paketli ürünlerde KM değerlerindeki değişimin önemli olmadığını saptamıştır. Karaman ve Akbulut (2006) kaşar peynirinin % 5 PS, % 10 PS+vakum ambalaj, % 10 PS+vakum ambalaj+vaks kaplamanın raf ömrünün arttırılması üzerinde etkilerini araştırdığı çalışmasında PS ilavesinin KM değerlerini etkilemediği bildirilmiştir.

4.3.3 KM’de yağ analiz sonuçları

Depolama boyunca KM’de yağ değerlerindeki değişim Çizelge 4.7 ve Şekil 4.3’te verilmiştir. KM’de yağ değerleri depolama boyunca % 44,00 ile % 50,38 aralığında değişmiştir.

Çizelge 4.7 Depolama sürecinde BEP’in KM’de yağ değerleri

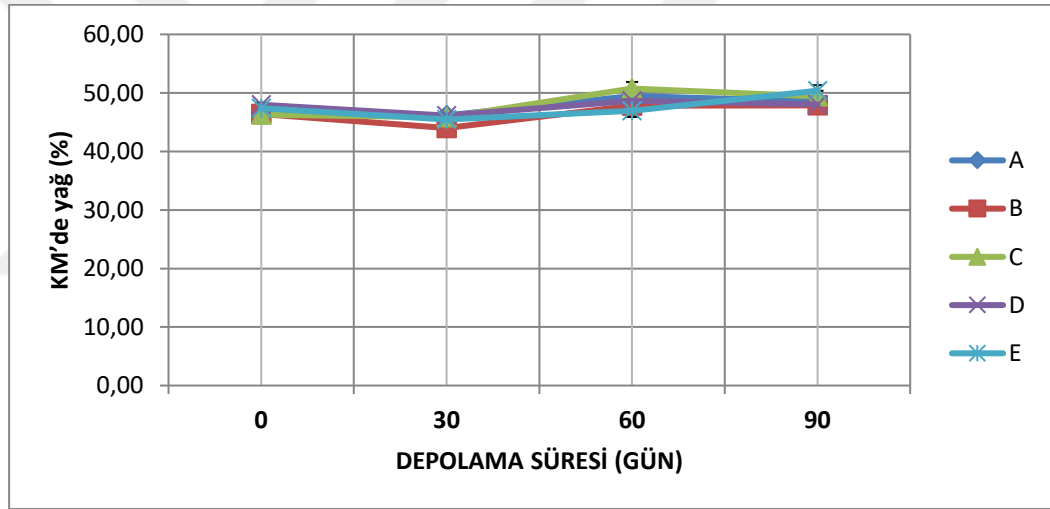
KM’de yağ (%)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	46,67 ^{bcy} ±0,65	46,16 ^{ay} ±0,45	49,46 ^{abx} ±0,64	48,60 ^{abx} ±0,84
B	46,38 ^{bcx} ±0,30	44,00 ^{by} ±0,47	47,81 ^{bcx} ±1,02	47,87 ^{bx} ±0,94
C	46,28 ^{cy} ±0,03	45,84 ^{ay} ±0,95	50,75 ^{ax} ±1,12	49,41 ^{abx} ±0,95
D	47,99 ^{ax} ±0,34	46,12 ^{ay} ±0,28	48,66 ^{abcx} ±0,33	48,03 ^{bx} ±0,34
E	47,36 ^{aby} ±0,30	45,46 ^{ay} ±0,35	46,92 ^{cy} ±0,99	50,38 ^{ax} ±0,88

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP’i ifade etmektedir.

Çizelge 4.7’den görüldüğü üzere peynir örneklerinin KM’de yağ değerleri PS konsantrasyonundan etkilenmemiş olup, depolama sürecinden etkilenmiştir (p<0,05). Depolama boyunca KM’de yağ değerlerinde, 30. gün düşüş, 60. gün artış, 90. gün ise E örneği hariç tekrar düşüş saptanmıştır (Şekil 4.3). A örneğinde, 60 ve 90.gündeki değişim, B örneğinde 30. gündeki değişim, C örneğinde 60 ve 90.gündeki değişim, D örneğinde 30. gündeki değişim, E örneğinde ise 90. gündeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). KM’de yağ değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiş olup, PS konsantrasyonundan etkilenmemiştir. KM’de yağ değerinin üretim prosesi (eritme işlemi vb.) ve kullanılan hammadde özelliklerinden daha çok etkilendiği düşünülmektedir. Bu çalışmada tespit edilen dalgalanmalar ile benzer şekilde, literatürde yapılan çalışmalarda da depolama süresince kuru maddede yağ değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Tosun (2021) tarafından farklı formülasyonlar ve depolama süresinin BEP kalitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada depolama boyunca KM’de yağ değerlerinde 30. gün düşüş, 60. gün artış, 90. gün ise tekrar düşüş saptanmıştır. Solak (2013) farklı tip peynirler kullanarak BEP’te yaptığı çalışmasında depolama

boyunca KM’de yağ değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir. Karaman ve Akbulut (2006) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada PS ilave edilen peynirlerin 90. gün sonunda daha düşük oranda KM’de yağ değerine sahip olduğu saptanmış olmasına rağmen, KM’de yağ değerinin PS ilavesinden çok ambalaj şeklinden etkilendiği bildirilmiştir. Babacan (2012) tarafından PS eklenmiş BEP’de yapılan çalışmada depolama boyunca KM’de yağ değeri % 51,55 ile % 57,63 aralığında ölçülmüş olup, depolama boyunca artış gösterdiği saptanmıştır. Badem (2015) rennet kazeinin kaşar üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında KM’de yağ değerini depolama boyunca % 42,09 ile % 43,75 aralığında bildirmiştir. Bu çalışmadaki depolama boyunca KM’de yağ değerlerindeki değişim, Tosun’un (2021) ve Badem’in (2015) çalışmasıyla paralellik gösterirken, Solak’ın (2013) çalışmasından farklılık göstermektedir.



Şekil 4.3 Depolama boyunca BEP’in KM’de yağ değerlerindeki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP’i ifade etmektedir.

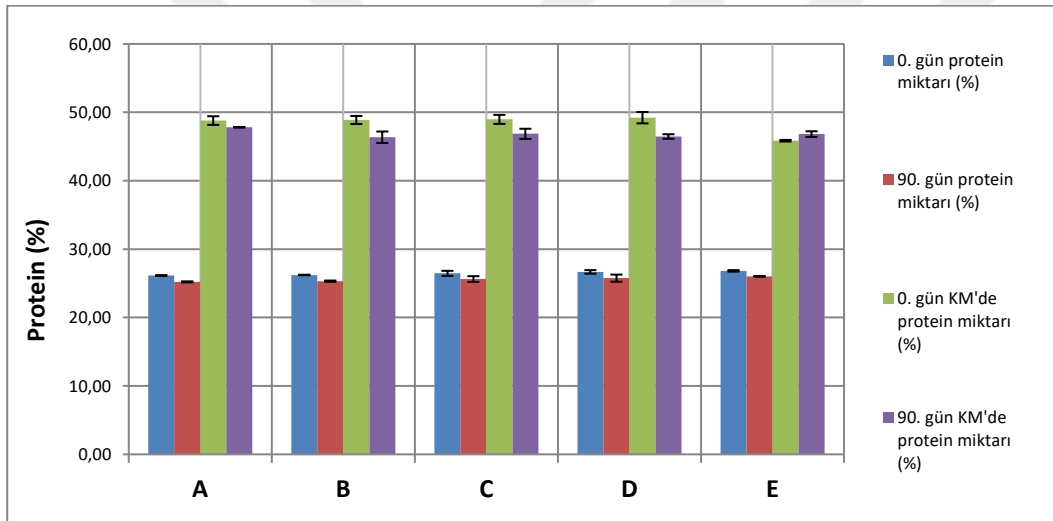
4.3.4 Protein oranları

Peynir örneklerinin protein ve KM’de protein değerleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.4’te verilmiştir. Protein değerlerinin 0. gün % 26,14 ile % 26,82 aralığında, 90. gün % 25,21 ile % 26,02 aralığında, KM’de protein değerlerinin 0. gün % 48,80 ile % 49,22 aralığında, 90. gün % 46,36 ile % 47,81 aralığında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8 BEP'in protein ve KM'de protein değerleri

Örnek	Protein (%)		KM'de protein (%)	
	0. gün	90 .gün	0. gün	90. gün
A	26,14 ^b ±0,03	25,21 ^a ±0,08	48,80 ^a ±0,63	47,81 ^a ±0,00
B	26,22 ^b ± 0,04	25,32 ^a ±0,09	48,88 ^a ±0,59	46,36 ^a ±0,84
C	26,46 ^{ab} ±0,37	25,63 ^a ±0,42	48,97 ^a ±0,66	46,68 ^a ±0,74
D	26,67 ^{ab} ±0,26	25,76 ^a ±0,52	49,22 ^a ±0,83	46,47 ^a ±0,33
E	26,82 ^a ±0,11	26,02 ^a ±0,03	48,85 ^a ±0,12	46,82 ^a ±0,41

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p < 0.05$). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.



Şekil 4.4 BEP'in 0. ve 90. gün protein ve KM'de protein değerlerindeki değişim A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Şekil 4.4 incelendiğinde peynir örneklerinin protein değerinin PS konsantrasyonu arttıkça artış gösterdiği görülmekle birlikte, bu artış teknolojik olarak önemli bir fark olarak değerlendirilmemiştir. PS konsantrasyon artışına bağlı KM'de protein değerlerindeki değişimde dalgalanmalar gözlenmiştir ($p > 0,05$). 90. günde protein ve KM'de protein değerleri düşmüş olmasına rağmen depolamanın protein değerleri üzerinde etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Solak (2013) tarafından kaşar ile yapılan çalışmada protein değerleri, depolamanın ilk günü % 18,27 ile % 21,53 aralığında, 90. günde % 18,40 ile % 22,78 aralığında tespit edilmiştir. Cankurt ve Sağdıç (2019), BEP'de yapmış olduğu

çalışmada protein değeri % 18,20 ile % 33,09 aralığında belirtmiştir. Söz konusu çalışmada depolama ile protein değerinin arttığı belirtilmiştir. Boran (2012) ve Okumuş (2019) eritme tipi peynirlerde yaptıkları çalışmalarda protein değerlerinin depolama ile azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki değerler literatürdeki değerlere uygun olup, depolama ile azalması yönünden Okumuş (2019) ve Boran (2012) tarafından yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Solak (2013) tarafından farklı tuzlama tekniklerinin ve PS'nin kaşar peyniri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kuru tuzlama ile haşlama suyuna ilave edilerek potasyum sorbat eklenen peynir örneklerinden, kuru tuzlama yöntemi ile üretilen örneklerin değerlerinin daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak değişimlerinin anlamlı olduğu belirtilmiştir. Kullanılan çiğ sütün, üretimde kullanılan hammaddelerin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri, farklı üretim yöntemleri (starter kültür ilavesi, salamurada olgunlaştırma, haşlama işlemi vb.) protein değerleri üzerinde etkilidir. Dolayısıyla peynirde protein yapısı, olgunlaşma, tat, aroma ve dokusal özellikleri de önemli ölçüde etkileyerek, peynirin su absorbe etme yeteneğini değiştirebilmektedir (Okumuş, 2019).

4.3.5 TAMB sayısı

Depolama boyunca farklı PS içerikli BEP'in TAMB sayıları Çizelge 4.9 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.9 Depolama sürecinde BEP'in TAMB sayıları

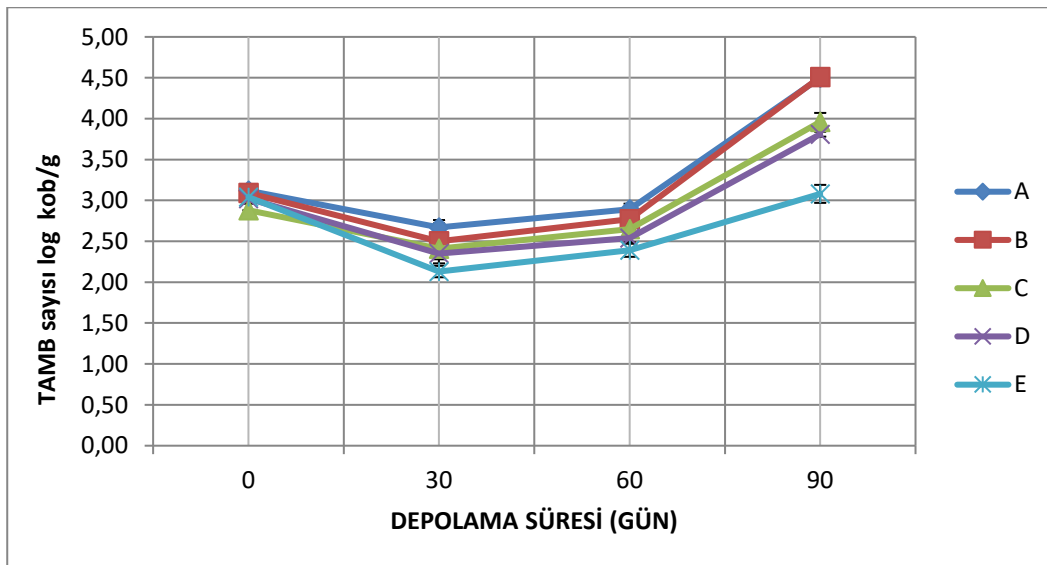
TAMB sayısı (log kob/g)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	3,12 ^{by} ±0,02	2,67 ^{bx} ±0,09	2,89 ^{cx} ±0,07	4,50 ^{cz} ±0,00
B	3,09 ^{abx} ±0,04	2,50 ^{abx} ±0,22	2,77 ^{bcx} ±0,12	4,51 ^{cy} ±0,01
C	2,88 ^{ax} ±0,08	2,41 ^{abx} ±0,18	2,65 ^{abx} ±0,06	3,96 ^{by} ±0,11
D	3,02 ^{aby} ±0,14	2,35 ^{abx} ±0,01	2,54 ^{abxy} ±0,05	3,81 ^{bz} ±0,03
E	3,04 ^{aby} ±0,02	2,13 ^{ax} ±0,07	2,39 ^{ax} ±0,08	3,08 ^{ay} ±0,11

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde peynir örneklerinin TAMB sayıları 2.13 ile 4.50 log kob/g aralığında değişmiştir. Genel olarak, TAMB sayıları B, C, D, E örneklerinde A örneklerine göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Özdemir ve Demirci (2006) kaşar peynirlerinde PS'nin mikrobiyolojik kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada TAMB sayısını 30. günde 7,76 ile 9,11 log kob/g aralığında; 60. günde 9,00 ile 6,45 log kob/g aralığında, 90. günde 8,59 ile 7,28 log kob/g aralığında tespit etmiştir. Bu çalışmadaki TAMB sayıları söz konusu çalışmadaki değerlerden daha düşüktür. Nizamlıoğlu (1996), PS ilave edilen kaşarlarda yaptığı çalışmada, depolamanın 30. gün PS ilave edilen kaşar peyniri örneklerinin TAMB sayısı değerlerinin kontrol grubu örneklerine göre daha düşük olduğunu, dolayısıyla PS ilavesinin TAMB sayısı üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde, PS eklenmiş peynir örneklerinde kontrol grubuna göre daha düşük sayıda TAMB tespit edilmiştir. Böylece PS ilavesinin TAMB sayısı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada tespit edilen TAMB sayısı söz konusu iki çalışmadaki değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun ise, PS'nin 72 °C'de eritme işlemi esnasında ilave edilmiş olması ve dolayısıyla PS'nin ısı işlemi ile sinerjik etkileşim göstermiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda üretim proses basamaklarındaki hijyen koşullarının farklılığı ile başlangıçtaki çiğ sütün TAMB sayısının da etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.5 Depolama boyunca BEP'in TAMB sayılarındaki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

TAMB, toplam aerobik mezofilik bakteriyi ifade eder.

Şekil 4.5 incelendiğinde TAMB sayısı 30. günde düşüş, 60. ve 90. gün artış göstermiştir ($p<0,05$). PS konsantrasyonu arttıkça genelde TAMB sayısı azalmıştır. Depolama boyunca en yüksek TAMB sayısı A örneklerinde tespit edilmiştir. Babacan (2012), farklı tuzlama yöntemlerinin ve PS uygulamasının kaşar peyniri üzerine etkisini incelediği çalışmasında depolama boyunca TAMB sayısının PS uygulanan peynirlerde 30. ve 60. günlerde bir miktar arttığı, 90. günde azaldığı bildirmiştir. Özdemir ve Demirci (2006), direk tuzlama, daldırma ve püskürtme yoluyla PS uygulanan kaşar peynirinde yapmış oldukları çalışmada, genelde 60. ve 90. günde TAMB sayılarında artış olduğu, direkt tuzlama, daldırma ve püskürtme işlemi uygulamanın TAMB sayısı üzerinde etkisinin olmadığını saptamıştır. Bu çalışma, Özdemir ve Demirci'nin (2006) yapmış olduğu çalışmada TAMB sayısı PS kullanımı ile depolamanın 60. ve 90. gününde artış göstermesi ile paralellik göstermektedir. Bu artışın ortamdaki PS'nin mikroorganizmalar tarafından metabolize edilmiş olması, ortamdaki bakterilerin PS'ye direnç kazanması sonucu PS'nin etkinliğinin azalması ya da ortamda PS'ye hassas mikroorganizmaların inhibe olması nedeniyle canlı kalan hakim mikroorganizmalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3.6 Maya sayısı

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.6'te depolama boyunca farklı PS konsantrasyonu içeren BEP'lerdeki maya sayıları yer almaktadır.

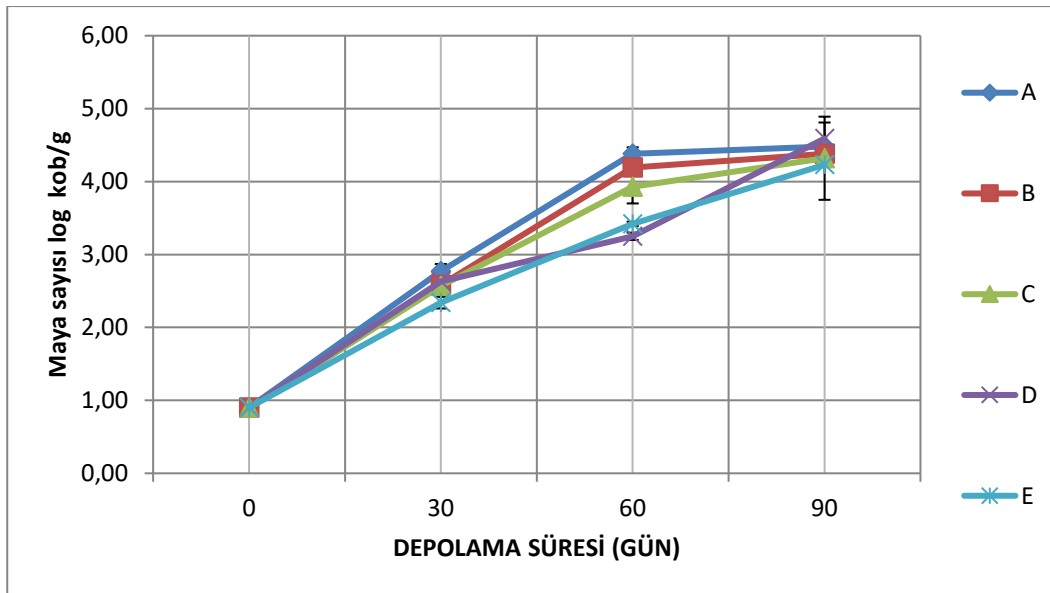
Çizelge 4.10 Depolama sürecinde BEP'in maya analiz sonuçları

Maya sayısı (log kob/g)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	<1 ^{ax}	2,77 ^{by} ±0,10	4,38 ^{cz} ±0,09	4,48 ^{az} ±0,04
B	<1 ^{ax}	2,58 ^{aby} ±0,14	4,19 ^{bcz} ±0,05	4,38 ^{az} ±0,09
C	<1 ^{ax}	2,57 ^{aby} ±0,15	3,93 ^{bz} ±0,23	4,32 ^{az} ±0,57
D	<1 ^{az}	2,63 ^{aby} ±0,14	3,25 ^{az} ±0,05	4,59 ^{at} ±0,22
E	<1 ^{ax}	2,34 ^{ay} ±0,08	3,42 ^{az} ±0,03	4,23 ^{at} ±0,02

($p<0,05$) ^{xyzt} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Depolamanın ilk gününde peynir örneklerinin tümünde maya sayısı tespit limitinin altındadır. 30. gün maya sayılarının 2,34 ile 2,77 log kob/g aralığındadır. A örneğine göre diğer peynir örneklerinde tespit edilen maya sayıları daha düşüktür. En düşük maya sayısına sahip E örneği A örneğine göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). 60. gün maya sayıları 4,38 ile 3,25 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. 30. gün ile benzer şekilde B, C, D, E örneklerinde A örneğine göre daha düşük maya sayılmış olup, PS'nin maya sayılarında azaltıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. En düşük maya D örneğinde, en yüksek maya ise A örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu çalışma ile benzer şekilde, Özdemir ve Demirci'nin (2006) PS ile muamele edilmiş kaşar peynirlerinde yaptıkları çalışmada, PS ilavesinin toplam maya ve küf sayısı üzerinde anlamlı bir azaltıcı etkisi olduğu bildirilmiştir.

90. depolama gününde peynir örneklerinin maya sayıları 4,59 ile 4,23 log kob/g aralığındadır. 90. gün maya sayılarındaki PS konsantrasyonuna bağlı değişim, diğer depolama günündeki değişimler ile paralel bulunmuştur. Konsantrasyon arttıkça maya sayısı düşmüştür. Maya sayıları PS ilavesinden etkilenmiştir ($p<0,05$). En yüksek maya sayısı D örneğinde tespit edilmiştir ($p>0,05$).



Şekil 4.6 Depolama boyunca BEP'in maya sayılarındaki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Maya sayıları depolama boyunca genel olarak artış göstermiştir (Şekil 4.6) ($p<0,05$). Depolama boyunca genel olarak en düşük maya sayısı E örneklerinde sayılmış olup PS konsantrasyonu arttıkça genelde mayaların azaldığı gözlenmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak PS ilave edilen peynirlerde kontrol örneklerine göre daha düşük maya tespit edilmiştir. Ancak mayalar PS ilavesinden her ne kadar etkilense de tam anlamıyla inhibe olmamış ve depolama boyunca artış gösterebilmişlerdir ($p<0,05$) (Şekil 4.6). Maya ve küfler aroma ve renk kusurlarına neden olabildikleri için peynirde büyük önem taşırlar ve mikotoksin oluşumuna neden olabilirler (Awaad vd., 2022). Mayaların tuz, a_w , sıcaklık gibi etkenlere direnç gösterebildiği birçok çalışmada belirtilmiştir. Aynı zamanda ortamda kontaminasyon söz konusu ise hijyen ve sanitasyon uygulamalarının etkinliği konusunda fikir veren en önemli etkenlerdendir (Kaynar, 2011). Nizamlioğlu vd. (1996) tarafından PS eklenen kaşar peynirlerinde yapılan çalışmada, olgunlaşmamış peynirde $1,1 \times 10^3$ ile $7,6 \times 10^2$ kob/g maya tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada depolama boyunca maya gelişmiş olup, bu gelişimin nedeninin mayaların olgunlaşmanın ilk günlerindeki ortam şartlarında gelişebilme yeteneğinden ve uygulanan PS konsantrasyonunun düşük olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmada depolamanın ilk günü maya sayılarının tespit edilebilir limit altında olması, ısıtıl işlemin etkinliğinden ve PS'nin depolamanın erken dönemlerinde inhibe edici etkisini daha yüksek olduğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tüm örneklerde depolamanın ilk 30 günü yaklaşık 2 log kob/g 60. günü ise yaklaşık 1 log kob/g artış saptanmıştır. PS'nin depolama boyunca mayalar üzerinde düşük inhibe edici etkiye sahip olduğu ve olası bir kontaminasyon nedeniyle üremenin depolama boyunca devam edebileceğini gösteren literatürde birçok çalışma mevcuttur. (Bintsis, 2021; Khorshidian vd., 2022; Nizamlioğlu vd., 1996). Bu çalışma, maya sayılarının depolamanın başında tespit limiti altında olması ile Nizamlioğlu vd.'nin (1996) kaşar peyniri çalışmasından farklılık gösterirken, depolamanın ilerleyen döneminde maya sayılarında artış görülmesi ile paralellik göstermektedir. Baldissera vd. (2021) mozzarella ile yaptığı çalışmada depolamanın ilk 15. ile 45. gününde maya sayılarında bir miktar artma ve 75. günde ise azalma bildirmiştir. Awaad vd. (2022), bazı gelişen teknolojilerin domiati peynirinin duyu kalitesi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında % 0,1 PS eklemenin maya ve küf üzerinde inhibe edici etkisinin istatistiksel olarak anlamlı

olduğu bildirilmiştir. Karaman ve Akbulut (2006) % 5, % 10 PS çözeltisine daldırdıkları kaşar peynirlerinin, vakum ambalaj ve vaks ile kombinasyon yaparak raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmasında, 90 günlük depolama sonunda % 10 PS+vakum ambalaj ile % 10 PS+vakum abalaj+vaks içeren peynirlerde maya gelişmediği belirtilmiştir. Aynı çalışmada % 5'lik PS+vakum ambalaj uygulanan örneklerde depolamanın 30. günü maya sayılarında artış gözlenirken 90. günü azalma olduğu saptanmıştır.

4.3.7 Küf sayısı

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.7'de depolama boyunca farklı PS içerikli BEP'lere ait küf analiz sonuçları mevcuttur.

Çizelge 4.11 Depolama sürecinde BEP'in küf analiz sonuçları

Küf sayısı (log kob/g)	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
A	<1 ^{ax}	2,12 ^{bx} ±0,17	2,52 ^{by} ±0,17	1,24 ^{ax} ±0,09
B	<1 ^{ax}	1,63 ^{ax} ±0,21	2,05 ^{abx} ±0,63	1,09 ^{ax} ±0,12
C	<1 ^{ax}	1,78 ^{ay} ±0,18	1,00 ^{ax} ±0,00	1,63 ^{ay} ±0,04
D	<1 ^{ax}	1,57 ^{ax} ±0,04	1,15 ^{ax} ±0,21	1,20 ^{ax} ±0,71
E	<1 ^{ax}	1,44 ^{ax} ±0,06	1,26 ^{ax} ±0,79	1,05 ^{ax} ±0,49

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05)

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05)
A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde peynir örneklerinin 0.gün analizlerinde küf sayıları tespit edilebilir limit altındadır. 30. gün BEP'de küf sayılarının 2,12 ile 1,44 log kob/g aralığında olduğu görülmektedir. 30. gün PS konsantrasyonu arttıkça C örneği hariç küf sayıları azalmıştır. A örneğine göre diğer peynir örneklerinin küf sayıları daha düşüktür (p<0,05). En düşük küf E örneğinde tespit edilmiştir. 60. günde küf sayıları 1,00 ile 2,52 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. A örneğine göre, diğer tüm peynirlerde tespit edilen küf sayıları daha düşüktür (p<0,05). C, D, E örneklerinin küf sayılarının, A örneğine göre ortalama 1 log kob/g daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). PS konsantrasyonu artışıyla küf sayılarında doğrusal bir azalma gözlenmemiştir. Bu durumda, PS'nin küf sayılarını

baskılayabilmesine rağmen, küflerin PS'ye karşı direnç göstermiş olabilecekleri düşünülmektedir. Babacan (2012) tarafından farklı tuzlama tekniklerinin ve sorbat uygulama yöntemlerinin kaşar peyniri kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada PS uygulanmış peynirlerde 60. günde küf sayısı $<1,00$ ile $1,30$ log kob/g aralığında tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol grubu peynirlere göre % 5'lik PS çözeltisine daldırılmış peynirlerin daha düşük küf sayılarına sahip olduğu bildirilmiştir.

Depolamanın 90. gününde peynir örneklerinin küf sayıları $1,63$ ile $1,05$ log kob/g aralığında bulunmuş ve sonuçlar arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Babacan (2012) kaşar ile yaptığı çalışmasında küf sayılarını 90. günde $5,26$ ile $1,24$ log kob/g aralığında bildirmiştir. Bu çalışmada 90.gün tespit edilen küf sayıları Babacan'ın (2012) çalışmasındaki değerlerden daha düşüktür. Cankurt ve Sağdıç (2019) BEP'de yaptıkları çalışmada kontrol grubu peynirlerde 90. gün maya-küf toplam değerleri $4,29$ ile $6,82$ log kob/g aralığında, sorbat solüsyonuna daldırılmış peynirlerde ise maya-küf <1 log kob/g bildirmiştir. Nizamlioğlu vd. (1996), kaşar peynirinde yaptıkları çalışmada 90. günde PS konsantrasyonuna bağlı maya ve küf sayılarında azalma olduğunu ancak tamamının inhibe olmadığını bildirmiştir. Bu çalışmada tespit edilen depolama boyunca PS'nin küf sayısı üzerinde baskılayıcı etkisi Nizamlioğlu vd. (1996) tarafından yapılan çalışma ile paralellik gösterirken, Cankurt ve Sağdıç'ın (2019) BEP ile yaptığı çalışmada sorbat solüsyonuna daldırılmış peynirlerde 90. günde maya-küf tespit edilmemiş olması ile farklılık göstermektedir.

Küf sayılarında depolama boyunca düzenli bir artış ya da azalma olmadığı Çizelge 4.11'de görülmektedir. Küf sayılarının, 0. günde <1 log kob/g düzeyde olmasının, PS etkisinden daha çok ısı işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir, çünkü depolamanın diğer günlerinde tüm örneklerde küf tespit edilmiş olup PS konsantrasyonuna bağlı doğrusal bir azalma tespit edilmemiştir. Hatta kontrol gurubuna göre daha yüksek değerlerde küf gözlenmiştir. Depolama başlangıcında küf tespit edilmemiş olmasına rağmen, depolama boyunca peynirlerde küf gelişimi görülmesinin PS'nin erken depolama evresinde daha etkili olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla PS'nin küfler üzerinde depolama boyunca inhibisyon etkisinin düşük olduğu ve ısı işlemin PS ilavesine göre küfler

üzerinde daha etkili olduğu düşünülmektedir. A ve B örneklerinde 30. ve 60. günde artma, 90. günde küf sayılarında azalma tespit edilirken, C ve D örneklerinde 30. gün artma, 60. gün azalış, 90. gün tekrar artma tespit edilmiştir. Yalnızca E örneğinde küf sayıları 30. günden sonra depolama boyunca azalma göstermiştir. Bu azalma ile 800 ppm PS'nin ancak küfler üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. A ve C örneği küf sayılarındaki depolama boyunca değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Babacan (2012), kaşar peynirinde yaptığı çalışmasında sorbatlanmış ve kuru tuzlanmış peynirlerde küf sayısının, 30. gün artış, 60. gün azalış ve 90. gün tekrar artış gösterdiğini bildirmiştir. Özdemir ve Demirci de (2006) kaşar peynirinde PS ile yaptıkları çalışmada 30. gün, PS içeren numunelerde ilk güne göre toplam maya küf sayılarında artış, 60. gün azalma ve 90 günde artış tespit edildiği bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada PS eklenmiş çözeltiye daldırılan örneklerin, spray ve kuru tuzlama şeklinde uygulanan örneklerle göre daha yüksek maya ve küf sayısına sahip oldukları bildirilmiştir. Nizamlioğlu vd.'nin (1996) PS eklenmiş peynirde yaptığı çalışmasında, % 1, % 2 PS eklenmiş çözeltiye daldırılan peynirlerin ilk 30 ve 60. günde maya ve küf sayılarında artış gözlenmiş olup, yalnızca % 3 lük PS'ye daldırılan peynirlerde sürekli düşüş gözlenmiştir.

4.3.8 Koliform bakteri ve *E. coli* analiz sonuçları

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te depolama boyunca farklı PS konsantrasyonu içeren BEP'de sırasıyla koliform bakteri ve *E. coli* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.12 Depolama sürecinde BEP'in koliform bakteri sayısı

Koliform bakteri (log kob/g)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
B	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
C	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
D	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
E	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p<0,05$)

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir

($p<0.05$)A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Çizelge 4.13 Depolama sürecinde BEP'in *E. coli* sayısı

<i>E. coli</i> (log kob/g)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
B	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
C	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
D	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}
E	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}	<1 ^{ax}

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p<0.05$)

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p<0.05$)
A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Çizelge 4.12'de koliform grubu bakterilerin depolama boyunca tespit edilebilir limit altında olduğu görülmektedir. Bu çalışma, yaptıkları çalışmalarda depolama boyunca koliform bakteri tespit etmediklerini bildiren Babacan (2012) ve Özkan (2012) çalışmaları ile benzerdir. Bu çalışma ile peynire uygulanan ısıtma işlemi ile koliform grubu bakterilerin inhibisyonunun sağlandığı gözlenmiştir. Isıtma işleminin koliform grubu bakteriler üzerinde inhibe edici etkisi olduğunun tespiti, Akarca ve Tomar (2019), Nizamhoğlu vd. (1996) ve Solak (2013) tarafından yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Özdemir ve Demirci, (2006) kaşar peynirinde PS'nin etkilerinin araştırdıkları çalışmalarında 1,15 ile 1,96 log kob/g koliform bakteri tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki değerler, Özdemir ve Demirci (2006) tarafından kaşar peynirinde PS'nin farklı şekilde peynire eklenmesinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada tespit edilen değerlerden düşüktür. Koliform bakterilerin genel olarak proses, taşıma, sağıma aşamalarında bulaştığı bilinmektedir ve yüksek sayıda olması kötü hijyenik şartlarda üretim yapıldığı ve eritme işlemi sıcaklık ve süresinin yetersiz olduğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.13'de peynir örneklerinde *E. coli* tespit edilebilir limit altındadır. Babacan (2012) kaşar ile, Özkan (2012) ise BEP ile yaptığı çalışmada depolama boyunca *E. coli* tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlar literatür ile paralellik göstermektedir. Baldissera vd. (2021) PS çözeltisine

daldırılan mozzarella peynirlerinde, PS'nin *E. coli*'yi baskılayıcı etkisi olduğunu, ancak depolamada sıcaklık ve sürelerin *E. coli* inhibisyonunda daha etkili olduğu saptanmıştır.

4.3.9 *S. aureus* analiz sonuçları

Çizelge 4.14 ve Şekil 4.7'de depolama boyunca farklı PS konsantrasyonu içeren BEP'in *S. aureus* analiz sonuçları mevcuttur.

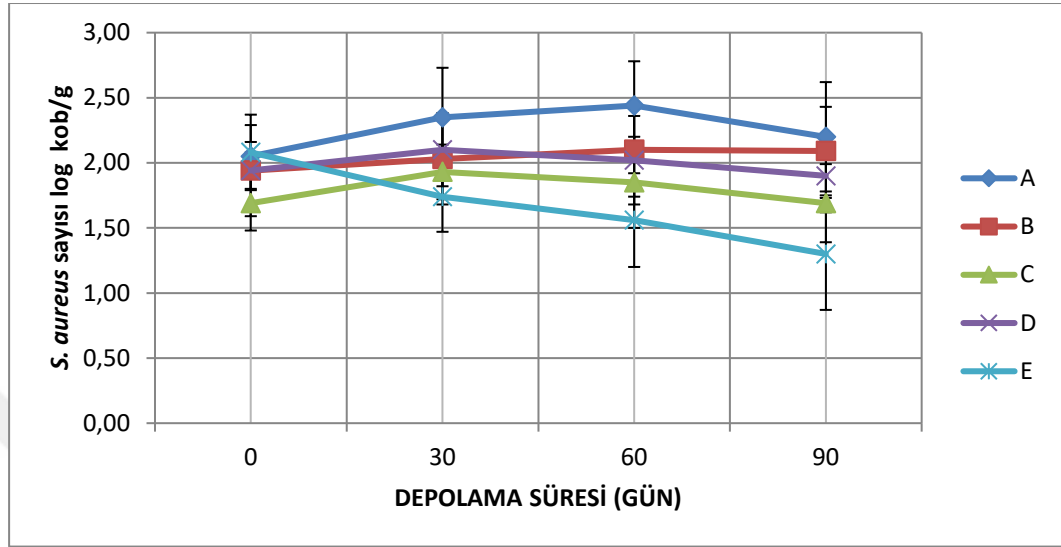
Çizelge 4.14 Depolama sürecince BEP'in *S. aureus* analiz sonuçları

<i>S. aureus</i> (log kob/g)	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün
A	2,05 ^{ax} ±0,11	2,35 ^{ax} ±0,38	2,44 ^{ax} ±0,34	2,20 ^{ax} ±0,42
B	1,94 ^{ax} ±0,14	2,03 ^{ax} ±0,35	2,10 ^{ax} ±0,36	2,09 ^{ax} ±0,34
C	1,69 ^{ax} ±0,21	1,93 ^{ax} ±0,21	1,85 ^{ax} ±0,35	1,69 ^{ax} ±0,30
D	1,94 ^{ax} ±0,35	2,10 ^{ax} ±0,28	2,02 ^{ax} ±0,34	1,90 ^{ax} ±0,28
E	2,08 ^{ax} ±0,29	1,74 ^{ax} ±0,27	1,56 ^{ax} ±0,36	1,30 ^{ax} ±0,43

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).
^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).
A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP'i ifade etmektedir.

Peynir örneklerinde *S. aureus* sayıları 0. gün 2,07 ile 1,60 log kob/g aralığında; 30. gün ise 2,34 ile 1,71 log kob/g aralığında, 60. gün 2,44 ile 1,56 log kob/g aralığında, 90. gün 1,30 ile 2,20 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. Depolama başlangıcı hariç tüm peynir örneklerinde A örneklerine göre daha düşük *S. aureus* tespit edilmiştir. PS konsantrasyonu arttıkça genel olarak azaldığı gözlenmiştir (p>0,05). 60. gün *S. aureus* sayılarında E örneğinde A örneğine göre yaklaşık 1 log birim farklılık olduğu görülmüştür (p>0,05). 90. gün de en yüksek *S. aureus* A örneğinde tespit edilmiştir (p>0,05). Özdemir ve Demirci (2006) PS ile direk daldırma, yüzeye püskürtme ve kuru tuzlama ile muamele yöntemlerini kullanarak kaşar peynirlerinde yaptığı çalışmada *S. aures* sayıları 30. gün 1,00 ile 1,74 log kob/g aralığında, 60. gün 1 ile 1,30 log kob/g aralığında, 90. gün 1 ile 1,18 log kob/g aralığında bildirmiştir. Söz konusu çalışmada *S. aureus*'un farklı yöntemlerle PS uygulamasından pek etkilenmediği belirtilmiştir. Babacan (2012)

tarafından farklı tuzlama yöntemlerinin ve sorbat uygulamasının kaşar peyniri kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada *S. aureus* sayısını <2 log kob/g olarak bildirilmiştir. Bu çalışmadaki *S. aureus* değerleri Özdemir ve Demirci (2006) ile Babacan'ın (2012) yaptığı çalışmadaki değerlere yakındır.



Şekil 4.7 Depolama boyunca BEP'in *S. aureus* sayılarındaki değişim

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Şekil 4.7 incelendiğinde 30. gün E numunesi hariç diğer örneklerde *S. aureus* sayısının arttığı görülmektedir ($p>0,05$). 60. gün A ve B örnekleri hariç azalma gözlenirken 90. gün ise tüm örneklerde azalma tespit edilmiştir ($p>0,05$). Depolama boyunca D örneklerinde, C örneklerine göre daha yüksek *S. aureus* tespit edilmiştir ($p>0,05$). E örneklerinde ise 0. günden 90. güne dek 0,78 log kob/g düşüş saptanmıştır. Bu çalışmada, PS ilavesi ile *S. aureus* sayıları düşme eğilimi göstermiştir ($p>0,05$). *S. aureus* üzerinde farklı PS miktarlarının ise etkisi olmamıştır. Ayrıca PS'nin direk eritme işlemi esnasında eklenmiş olmasının *S. aureus* inhibisyonu üzerinde ısıtma işlemi ile birlikte etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle *S. aureus* bakterilerinin ısıtma işlemi karşı dirençli olması nedeniyle, peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün *S. aureus* sayısının sonraki aşamalarda tespit edilen *S. aureus* sayısı üzerinde etkili olduğu da düşünülmektedir. Babacan (2012), tarafından PS ile yapılan farklı PS muamele tekniklerini denediği çalışmada depolama boyunca *S. aureus* sayıları <2 log kob/g bildirilmiştir. Özdemir ve Demirci (2006) yaptıkları farklı PS uygulama yöntemlerini denedikleri çalışmalarında PS eklenmiş örneklerdeki *S. aureus* değerlerinin kontrol grubu

peynirlere göre depolama boyunca daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. PS'nin kuru tuzlama yöntemiyle eklenmesinin inhibisyon etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir.

4.3.10 Uçucu bileşen analiz sonuçları

Depolama boyunca yapılan uçucu bileşen analizi ile 10 adet keton, 14 adet ester, 8 adet aldehit, 10 adet asit, 5 adet terpen, 11 adet alkan, 7 adet benzen, 1 adet amin, 1 adet alkil, 1 adet alkin, 1 adet alken ile 19 adet alkol ve 2 adet alkaloid olmak üzere 80 farklı bileşik farklı tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler % relatif değer (RD) olarak verilmiştir.

Ketonlardan tespit edilen bileşikler ve RD'nin depolama sürecinde değişimi Çizelge 4.15'da yer almaktadır. Aseton, 2-bütanon, 2-oktanon, 2,3-bütandion, 2,3 pentandion, dihidro-2-metil 3(2H)-Furanon, 2-heptanon, asetoin, 2-nanonan, 2-undecanon tespit edilen bileşiklerdir.

Çizelge 4.15 Depolama sürecinde ketonların relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Aseton	6,28	A	20,47 ^{xya} ±4,32	20,31 ^{xya} ±1,99	23,71 ^{xa} ±5,36	15,96 ^{ya} ±4,97
		B	23,14 ^{xya} ±5,43	27,69 ^{xa} ±2,93	18,79 ^{yzza} ±2,81	14,32 ^{za} ±3,13
		C	23,59 ^{xya} ±3,92	26,62 ^{xa} ±4,12	17,85 ^{ya} ±2,94	22,32 ^{xya} ±8,11
		D	19,21 ^{xya} ±8,20	27,06 ^{xa} ±7,43	15,63 ^{ya} ±4,44	16,83 ^{xya} ±4,09
		E	26,55 ^{xa} ±1,59	30,12 ^{xa} ±9,78	18,91 ^{xa} ±8,52	18,42 ^{xa} ±8,47
2-bütanon	8,64	A	14,35 ^{ya} ±3,15	14,29 ^{yb} ±0,35	20,78 ^{xa} ±3,86	13,37 ^{ya} ±3,31
		B	15,39 ^{ya} ±2,31	20,74 ^{xab} ±2,34	13,94 ^{yb} ±1,98	12,48 ^{ya} ±2,38
		C	17,95 ^{xya} ±3,03	22,84 ^{xab} ±5,67	14,08 ^{yb} ±2,57	17,41 ^{xya} ±6,24
		D	16,68 ^{xa} ±9,17	20,97 ^{xab} ±7,35	12,41 ^{xb} ±3,31	19,44 ^{xa} ±13,07
		E	20,58 ^{xya} ±0,99	26,91 ^{xa} ±8,33	14,00 ^{yb} ±5,39	14,22 ^{ya} ±4,31
2-oktanon	9,15	A	0,46 ^{xa} ±0,14	0,38 ^{xab} ±0,27	1,48 ^{xa} ±1,40	0,58 ^{xab} ±1,14
		B	0,77 ^{xa} ±0,36	0,42 ^{xab} ±0,31	2,31 ^{xa} ±3,44	0,49 ^{xb} ±0,05
		C	0,83 ^{xya} ±0,39	1,07 ^{xa} ±0,13	0,57 ^{ya} ±0,13	0,93 ^{xyab} ±0,35
		D	0,87 ^{xa} ±0,59	0,99 ^{xa} ±0,83	0,64 ^{xa} ±1,07	0,35 ^{xb} ±0,30
		E	0,65 ^{xa} ±0,26	0,24 ^{xb} ±0,28	0,60 ^{xa} ±0,11	0,51 ^{xab} ±0,34

Çizelge 4.15 (devam)

2,3-bütandion (Diasetil)	12,25	A	81,60 ^{xa} ±23,06	68,31 ^{xya} ±4,75	82,81 ^{xa} ±30,85	47,68 ^{ya} ±7,49
		B	66,15 ^{xya} ±8,27	83,43 ^{xa} ±16,47	50,80 ^{ya} ±23,78	51,66 ^{ya} ±9,68
		C	70,58 ^{xa} ±9,62	69,74 ^{xa} ±1,04	49,34 ^{xa} ±3,63	56,47 ^{xa} ±25,31
		D	58,28 ^{xya} ±16,29	99,42 ^{xa} ±47,13	54,42 ^{xya} ±22,55	36,81 ^{ya} ±20,13
		E	66,14 ^{xa} ±6,67	65,68 ^{xa} ±7,72	44,49 ^{ya} ±19,51	42,30 ^{ya} ±10,72
2,3-pentan dion	16,21	A	0,89 ^{xa} ±0,39	0,88 ^{xb} ±0,23	0,77 ^{xa} ±0,48	0,74 ^{xa} ±0,29
		B	1,14 ^{xa} ±0,41	1,24 ^{xa} ±0,14	1,17 ^{xa} ±0,36	0,97 ^{xa} ±0,50
		C	0,98 ^{xya} ±0,15	1,05 ^{xyab} ±0,13	0,71 ^{ya} ±0,06	1,38 ^{xa} ±0,53
		D	1,01 ^{xa} ±0,26	1,16 ^{xab} ±0,18	0,84 ^{xa} ±0,29	1,15 ^{xa} ±0,31
		E	1,22 ^{xa} ±0,11	1,23 ^{xa} ±0,20	0,84 ^{xa} ±0,42	0,92 ^{xa} ±0,23
32H Furanon dihidro 2 metil	16,32	A	0,68 ^{xa} ±0,32	0,66 ^{xa} ±0,37	0,84 ^{xa} ±0,18	0,70 ^{xa} ±0,31
		B	0,69 ^{xa} ±0,49	0,56 ^{xa} ±0,11	0,56 ^{xa} ±0,14	0,98 ^{xa} ±0,17
		C	0,58 ^{xa} ±1,52	0,65 ^{xa} ±0,14	1,02 ^{xa} ±0,56	1,04 ^{xa} ±0,27
		D	0,64 ^{xa} ±0,21	0,45 ^{xa} ±0,04	1,46 ^{xa} ±1,59	0,99 ^{xa} ±0,83
		E	0,58 ^{ya} ±0,06	0,56 ^{ya} ±0,13	0,73 ^{xya} ±0,31	0,88 ^{xa} ±0,15
2-heptanon	21,38	A	23,32 ^{xa} ±4,44	21,62 ^{xb} ±2,68	45,38 ^{xa} ±39,36	30,10 ^{xb} ±4,04
		B	28,22 ^{ya} ±7,26	28,50 ^{yab} ±1,76	25,02 ^{ya} ±2,99	42,55 ^{xb} ±13,36
		C	29,45 ^{xa} ±6,85	27,95 ^{xab} ±4,62	46,67 ^{xa} ±35,73	54,08 ^{xa} ±19,19
		D	24,77 ^{xa} ±12,16	24,75 ^{xab} ±8,09	26,04 ^{xa} ±4,26	34,25 ^{xb} ±5,73
		E	28,41 ^{xya} ±0,98	30,84 ^{xya} ±7,40	22,24 ^{ya} ±5,39	34,60 ^{xb} ±7,37
Asetoin	25,17	A	189,40 ^{xb} ±64,29	204,81 ^{xb} ±25,49	243,17 ^{xa} ±47,73	221,86 ^{xa} ±52,07
		B	218,28 ^{xab} ±49,03	236,13 ^{xab} ±55,14	254,94 ^{xa} ±58,42	214,20 ^{xa} ±37,14
		C	251,10 ^{xab} ±36,05	230,27 ^{xab} ±16,29	214,72 ^{xa} ±22,08	250,75 ^{xa} ±105,08
		D	225,58 ^{xab} ±60,40	237,78 ^{xab} ±74,32	204,23 ^{xa} ±54,64	234,58 ^{xa} ±31,55
		E	289,71 ^{xa} ±41,10	308,40 ^{xa} ±44,27	232,61 ^{xa} ±95,47	241,10 ^{xa} ±65,28
2-nonanon	28,29	A	5,41 ^{xa} ±1,98	5,35 ^{xa} ±1,46	8,81 ^{xa} ±7,01	7,99 ^{xb} ±1,67
		B	5,50 ^{ya} ±1,18	5,83 ^{ya} ±1,20	7,66 ^{xya} ±2,80	10,15 ^{xb} ±3,09
		C	6,42 ^{ya} ±3,62	6,83 ^{ya} ±0,905	7,77 ^{ya} ±1,99	17,61 ^{xa} ±5,96
		D	7,77 ^{xa} ±2,80	5,61 ^{xa} ±1,97	8,06 ^{xa} ±2,34	7,35 ^{xb} ±2,18
		E	6,73 ^{xya} ±1,60	7,13 ^{xya} ±1,99	6,14 ^{ya} ±0,43	10,35 ^{xb} ±3,74
2-undekanon	33,93	A	1,00 ^{xab} ±0,55	1,02 ^{xa} ±0,34	1,46 ^{xa} ±1,16	1,80 ^{xa} ±0,58
		B	0,44 ^{yb} ±0,37	0,89 ^{ya} ±0,11	0,98 ^{ya} ±0,16	3,40 ^{xa} ±0,81
		C	1,19 ^{yab} ±0,63	0,77 ^{ya} ±0,31	1,77 ^{ya} ±0,73	6,13 ^{xa} ±1,23
		D	1,14 ^{xab} ±0,69	0,69 ^{ya} ±0,23	2,48 ^{xa} ±1,33	2,50 ^{xa} ±0,97
		E	2,03 ^{xa} ±1,33	1,07 ^{xa} ±0,49	1,53 ^{xa} ±2,11	2,55 ^{xa} ±2,09

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Aseton RD'si % 14,32 ile % 72,92 aralığında, 2-nanonan RD'si % 0,44 ile % 6,13, aralığında, bütanon RD'si % 12,41 ile % 26,91 aralığında, 2-3-bütandion RD'si % 36,81 ile % 82,81, asetoin % 189,42 ile % 308,40 aralığındadır. Bu çalışmada depolama boyunca 2,3-bütanon RD'sinin azaldığı, 2-nanonan miktarının arttığı gözlenmiştir ($p<0,05$). Asetoin RD'si ise depolama boyunca dalgalanma göstermiş olup, PS konsantrasyonu arttıkça artış göstermiştir ($p<0,05$). Sunesen vd. (2002) tarafından işlenmiş peynirde yapılan çalışmada 2, 3-bütandion miktarı % 22,28 ile % 132,02 RD aralığında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile benzer şekilde, Eroğlu vd. (2016) kaşar peynirinde yaptığı çalışmada, 2-heptanon, 2-bütanon, aseton tespit edilirken, Sunesen vd. (2002) işlenmiş eritme peynirindeki çalışmasında 2-bütanon, 2-heptanon, 2-nanonan, 2-undekanon saptamıştır. Süleymani ve Hayaloğlu (2016) tarafından ısıtmanın kaşar peyniri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise 2-pentanon, 2-heptanon ve asetoin tespit edildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada asetoinin, sitrat mekanizmasında laktik asit bakterilerinin etki mekanizması sonucunda ortamdaki diasetilin indirgenmesi ile oluştuğu bildirilmiştir. Asetonun ise peynir kokusunu oluşturan en önemli bileşiklerden olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Güler vd., 2021). Hayaloğlu (2009) tarafından olgunlaştırılmış kaşar peynirinde yapılan çalışmada 2-bütanon, 2-heptanon, 2-nanonan ve 2-undekanon, 2,3-bütanon ile diasetil tespit edilmiştir. Aseton, diasetil, 2-bütanon gibi bileşiklerin üretim sonrası ortamda kalan sitratın, sitrat pozitif laktik asit bakterileri tarafından metabolize edilmesi ile oluştuğu birçok çalışmada bildirilmiş olup LAB'ın bu mekanizmada önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Bertuzzi vd., 2018; Güler vd., 2021).

Ortamdaki trigliseritlerin lipolizi sonucu serbest yağ asitleri (SYA) oluşur. SYA miktarı peynir lezzetine doğrudan etkilidir. SYA, yüksek pH'da sabunumsu lezzet, düşük pH'da ise keskin tat ve kokuya neden olmaktadır. Metil ketonlar, ikincil alkoller, düz zincirli aldehitler, laktonlar, esterler ve S-tiyoesterler SYA'dan oluştuğu için lezzeti dolaylı olarak etkilemektedir. Yapılan bazı çalışmalarda metil ketonların biyosentezinde, *P. roqueforti*, *P. camemberti* ve *G. candidum*'un etkili oldukları belirtilmiştir. Ketonlar ayrıca sütün ısıtılması ya da β -keto asitlerin esterleşmesiyle de oluşabilmektedir. *Penicillium spp.* tarafından ketonlar alkollere dönüştürülebilirler.

Çizelge 4.16’da bu çalışmada tespit edilen aldehitler belirtilmiştir. Aldehitler, α -keto asitlerinin kimyasal oksidasyonu ile oluşan aromatik bileşiklerdir. Aynı zamanda doymamış yağ asitleri, nadiren de olsa, enzimatik olmayan otooksidasyon reaksiyonları ile propanal, hekzanal, heptanal, oktanal, nonanal, 2-dekanal ve 2-undekanal gibi bileşikler üreten yeşil ot benzeri aromalarla karakterize edilen düz zincirli aldehitler üretebilmektedir (Bertuzzi vd., 2018). Pentanal, 3-metil bütanal, hekzanal, 2-pentanal, nonanal, furfural, benzaldehit, isofitalaldehit bu çalışmada tespit edilen aldehitlerdir. Bu bileşiklerden pentanal RD’si % 0,71 ile % 24,72 aralığında, 3 metil bütanal RD’si % 0,50 ile % 1,71 aralığında, hekzanal % 4,33 ile % 7,23 RD aralığında, nonanal RD’si % 2,27 ile % 7,47 RD aralığında, benzaldehit RD’si % 2,48 ile % 10,08 RD aralığında saptanmıştır. Eroğlu vd. (2015) kaşar peynirinde yaptığı çalışmada 3-metil bütanal tespit edilmiştir. Sunesen vd. (2002) ise işlenmiş peynirde yaptığı çalışmada hekzanal, nonanal, benzaldehit gibi aldehit bileşiklerinin tespit edildiği bildirilmiştir.

Çizelge 4.16 Depolama sürecinde aldehitlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Pentanal	4,76	A	1,32 ^{yb} ±1,64	5,41 ^{xa} ±2,26	6,70 ^{xab} ±1,69	6,10 ^{xa} ±2,04
		B	1,40 ^{yb} ±1,14	5,83 ^{xa} ±1,40	4,32 ^{xyab} ±2,61	5,20 ^{xa} ±0,50
		C	9,65 ^{xa} ±7,05	6,17 ^{xa} ±1,50	7,56 ^{xa} ±3,83	6,87 ^{xa} ±4,06
		D	0,71 ^{yb} ±0,49	4,26 ^{xa} ±0,53	2,93 ^{xyb} ±2,59	3,74 ^{xa} ±1,25
		E	3,69 ^{xb} ±3,27	5,48 ^{xa} ±4,82	4,47 ^{xab} ±1,82	3,22 ^{xa} ±1,91
3-metill-bütanal	9,23	A	1,03 ^{xa} ±0,43	0,70 ^{xb} ±0,50	1,21 ^{xa} ±8,23	0,81 ^{xa} ±0,30
		B	1,35 ^{xa} ±0,80	0,79 ^{xb} ±0,32	1,18 ^{xa} ±1,13	0,95 ^{xa} ±0,40
		C	1,32 ^{xya} ±0,91	1,51 ^{xya} ±0,31	0,79 ^{ya} ±0,35	1,71 ^{xa} ±0,44
		D	1,17 ^{xa} ±0,78	0,79 ^{xb} ±0,27	0,77 ^{xa} ±0,34	0,54 ^{xa} ±0,29
		E	0,94 ^{xa} ±0,41	1,04 ^{xab} ±0,49	0,50 ^{xa} ±0,19	0,83 ^{xa} ±0,50
Hekzanal	17,14	A	5,80 ^{xa} ±2,91	5,43 ^{xa} ±2,06	4,69 ^{xa} ±0,81	4,71 ^{xa} ±0,56
		B	4,70 ^{xa} ±1,21	5,01 ^{xa} ±0,60	4,9 ^{xa} ±0,77	5,31 ^{xa} ±1,92
		C	5,82 ^{xa} ±2,79	5,21 ^{xa} ±0,43	4,66 ^{xa} ±0,63	7,23 ^{xa} ±2,72
		D	4,33 ^{xa} ±1,79	5,65 ^{xa} ±2,11	5,03 ^{xa} ±1,03	6,85 ^{xa} ±1,84
		E	7,24 ^{xa} ±1,42	6,81 ^{xa} ±2,54	4,81 ^{xa} ±1,37	6,69 ^{xa} ±1,29
2-pentanal	19,23	A	1,32 ^{xb} ±1,40	1,65 ^{xa} ±1,02	2,36 ^{xa} ±0,64	2,11 ^{xa} ±0,75
		B	2,24 ^{xab} ±1,42	1,97 ^{xa} ±0,62	2,27 ^{xa} ±0,33	2,81 ^{xa} ±0,38
		C	2,11 ^{yb} ±1,26	1,97 ^{ya} ±1,09	2,40 ^{ya} ±0,48	4,20 ^{xa} ±0,84
		D	2,57 ^{xab} ±1,63	6,54 ^{xa} ±10,25	2,22 ^{xa} ±0,94	7,04 ^{xa} ±8,12
		E	4,51 ^{xa} ±1,48	4,50 ^{xa} ±3,76	3,19 ^{xa} ±1,29	4,31 ^{xa} ±0,78

Çizelge 4.16 (devam)

Nonanal	28,40	A	2,70 ^{yb} ±1,34	2,67 ^{ya} ±1,83	2,84 ^y ±0,86	4,97 ^x ±1,21
		B	4,02 ^{xa} ±2,73	2,27 ^{xa} ±0,40	4,23 ^x ±2,12	3,87 ^x ±0,98
		C	3,10 ^{yb} ±0,49	2,97 ^{ya} ±0,84	2,63 ^y ±0,18	6,03 ^x ±2,93
		D	3,18 ^{xb} ±0,85	2,23 ^{xa} ±0,80	3,82 ^x ±1,40	5,81 ^x ±4,24
		E	7,47 ^{xa} ±3,77	3,23 ^{xa} ±0,46	4,31 ^{xy} ±1,68	5,44 ^{xy} ±0,98
Furfural	30,42	A	1,84 ^{xab} ±1,93	1,11 ^{xa} ±1,77	0,72 ^{xa} ±0,24	0,87 ^{xab} ±0,33
		B	3,60 ^{xa} ±2,51	1,00 ^{ya} ±0,59	0,86 ^{ya} ±0,23	0,63 ^{yab} ±0,10
		C	1,22 ^{xyb} ±0,18	1,34 ^{xa} ±0,46	0,56 ^{ya} ±0,17	1,68 ^{xa} ±0,70
		D	1,17 ^{xb} ±0,55	1,26 ^{xa} ±0,92	0,72 ^{xa} ±0,34	1,14 ^{xab} ±1,26
		E	1,18 ^{xb} ±0,32	3,61 ^{xa} ±5,78	0,71 ^{xa} ±0,32	0,43 ^{xb} ±0,13
Benzaldehit	32,19	A	3,16 ^{xa} ±1,76	3,17 ^{xa} ±1,24	2,84 ^{xa} ±1,84	3,65 ^{xb} ±0,83
		B	3,07 ^{ya} ±0,46	2,65 ^{ya} ±0,23	3,89 ^{ya} ±1,40	5,56 ^{xb} ±0,85
		C	3,66 ^{ya} ±1,13	3,10 ^{ya} ±0,61	3,48 ^{ya} ±0,51	10,08 ^{xa} ±3,54
		D	2,48 ^{ya} ±1,13	3,00 ^{ya} ±1,27	4,05 ^{xya} ±1,22	5,55 ^{xb} ±1,69
		E	3,32 ^{ya} ±1,12	3,44 ^{ya} ±0,83	2,69 ^{ya} ±1,80	5,61 ^{xb} ±1,53
İsofitalaldehit	36,82	A	1,05 ^{ya} ±0,37	0,93 ^{yb} ±0,13	1,45 ^{ya} ±0,29	2,27 ^{xb} ±0,43
		B	1,63 ^{ya} ±0,67	1,11 ^{yb} ±0,15	1,56 ^{ya} ±0,41	3,69 ^{xab} ±1,34
		C	1,41 ^{ya} ±0,45	1,10 ^{yb} ±0,36	1,48 ^{ya} ±0,20	4,37 ^{xa} ±1,16
		D	1,78 ^{xa} ±0,80	1,76 ^{xa} ±0,65	1,89 ^{xa} ±0,70	1,53 ^{xc} ±0,76
		E	1,49 ^{ya} ±0,20	1,33 ^{yab} ±0,18	1,62 ^{ya} ±0,86	2,47 ^{xb} ±0,40

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Bu çalışmada pentanal miktarı A ve D örneklerinde depolama boyunca artış göstermiştir (p<0,05). C örneklerindeki 3 metil bütanal miktarı, isofitalaldehit ve benzaldehit miktarları diğer örneklere göre istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05). D örneklerinin ise benzaldehit ve isofitalaldehit miktarları diğer örneklere göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Bu çalışma ile benzer şekilde, Öztürk (2018) tarafından beyaz peynirde yapılan çalışmada 3 metil bütanal, Hunutlu (2016) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada nonanal, Vitova vd. (2012) edam peyniri ile peynir analogları üzerine yaptığı çalışmada ise benzaldehit tespit edilmiştir. Hayaloğlu (2009) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada da benzer şekilde benzaldehit, 3 metil bütanal tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17’de bu çalışmada tespit edilen alkollere ait RD’lerin değişimi yer almaktadır. Alkoller, trigliseritlerin ve doymuş SYA’nın parçalanması ile oluşmaktadır (Ianni vd., 2020). 2-bütanol, 2-propanol, etil alkol, 2-pentanol, izobütil alkol, 1-bütanol, 3-metil-1 bütanol, 2-etoksietanol, 3-büten-1-ol, 3-metil,

1-pentanol, 3-metil-2-bütenol, 2-metil-3-pentanol, 1-hekzanol, 2-bütanol, 2-bütoksi etanol, 1-oktan-3-ol, 2-etilhekzanol, 2-pentanol, 1-oktanol, 2-heptanol tespit edilen alkol bileşikleridir. Hayaloğlu (2009) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada 2-bütanol, 2-propanol, 2-oktanol, 2-metil-1 bütanol, 3-metil 2-bütanol, 2-bütoksietanol, 1-oktanol, 2-heptanol tespit edilmiştir. Eroğlu vd. (2016) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada 1-pentanol, Ocak vd. (2015) tarafından Van otlu peynirde yapılan çalışmada 2-etil hekzanol ile etil alkol, Vitova ve vd., (2012) edam peynir analogları ile yaptığı çalışma ile Süleymani ve Hayaloğlu (2016) tarafından kaşkaval peynirinde yapılan çalışmada etil alkol tespit edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmadaki tespit edilen bütan-2-ol RD'si % 6,49 ile 10,73 aralığında, bütanol RD'si % 1,61 ile % 6,92 aralığında, isobütil alkol % 0,53 ile % 2,25, etil alkol RD'si % 5,85 ile % 17, 42 aralığındadır.

Çizelge 4.17 Depolama sürecinde alkollerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
2-bütenol	9,88	A	0,38 ^{xa} ±0,13	0,35 ^{xa} ±0,13	0,36 ^{xa} ±0,24	0,43 ^{xa} ±0,10
		B	0,56 ^{xa} ±0,24	0,41 ^{xa} ±0,19	0,43 ^{xa} ±0,08	0,35 ^{xa} ±0,05
		C	0,51 ^{xa} ±0,22	0,45 ^{xa} ±0,13	1,02 ^{xa} ±1,24	0,38 ^{xa} ±0,48
		D	0,50 ^{xa} ±0,17	0,77 ^{xa} ±0,59	0,35 ^{xa} ±0,07	0,34 ^{xa} ±0,28
		E	0,52 ^{xa} ±0,09	0,41 ^{xa} ±0,34	0,40 ^{xa} ±0,03	0,32 ^{xa} ±0,26
2-propanol (isopropil alkol)	10,12	A	38,86 ^{yb} ±16,39	85,65 ^{xa} ±49,91	47,29 ^{xya} ±12,21	30,76 ^{yb} ±6,31
		B	47,42 ^{xyb} ±9,39	73,98 ^{xa} ±49,14	38,77 ^{xya} ±7,81	30,02 ^{yb} ±4,85
		C	42,83 ^{yb} ±8,73	69,19 ^{xya} ±41,13	48,26 ^{xya} ±46,78	104,51 ^{xa} ±36,19
		D	32,99 ^{xb} ±17,29	99,03 ^{xa} ±93,22	32,16 ^{xa} ±9,79	20,74 ^{xb} ±10,13
		E	112,87 ^{xa} ±56,26	48,54 ^{ya} ±12,51	42,77 ^{ya} ±30,74	31,57 ^{yb} ±7,39
Etil alkol	10,39	A	14,91 ^{xa} ±4,00	7,27 ^{xa} ±2,07	36,17 ^{xa} ±49,83	5,85 ^{xb} ±1,11
		B	11,69 ^{xa} ±5,50	12,23 ^{xab} ±7,16	8,20 ^{xa} ±1,13	6,72 ^{xb} ±0,66
		C	10,32 ^{xya} ±3,35	17,42 ^{xa} ±8,32	6,10 ^{ya} ±1,03	12,94 ^{xya} ±6,19
		D	9,11 ^{xa} ±6,88	8,73 ^{xab} ±1,93	7,14 ^{xa} ±2,53	6,42 ^{xb} ±1,22
		E	9,21 ^{xa} ±0,27	13,80 ^{xab} ±7,4	8,09 ^{xa} ±0,77	8,24 ^{xb} ±2,56
2 pentanol	10,80	A	0,29 ^{xa} ±0,34	0,39 ^{xb} ±0,57	0,66 ^{xa} ±0,47	0,56 ^{xb} ±0,37
		B	0,36 ^{xya} ±0,42	0,88 ^{xab} ±0,40	0,26 ^{ya} ±0,30	0,95 ^{xab} ±0,33
		C	0,67 ^{ya} ±0,12	1,34 ^{xa} ±0,18	0,52 ^{ya} ±0,29	1,10 ^{xa} ±0,37
		D	0,79 ^{xa} ±0,30	0,52 ^{xb} ±0,41	0,70 ^{xa} ±0,27	0,75 ^{xab} ±0,19
		E	0,80 ^{xa} ±0,35	0,66 ^{xab} ±0,48	0,46 ^{xa} ±0,17	0,87 ^{xab} ±0,34

Çizelge 4.17 (devam)

Isobutil alkol	18,15	A	1,05 ^{xa} ±0,55	0,57 ^{xa} ±0,34	2,25 ^{xa} ±3,08	0,63 ^{xb} ±0,27
		B	0,87 ^{xya} ±0,51	1,25 ^{xa} ±0,65	0,65 ^{xya} ±0,22	0,53 ^{yb} ±0,13
		C	0,78 ^{xa} ±0,39	1,09 ^{xa} ±0,52	0,57 ^{xa} ±0,30	1,15 ^{xa} ±0,35
		D	0,71 ^{xa} ±0,68	0,69 ^{xa} ±0,46	0,67 ^{xa} ±0,34	0,91 ^{xab} ±0,46
		E	1,21 ^{xa} ±0,59	1,19 ^{xa} ±1,07	0,76 ^{xa} ±0,76	0,57 ^{xb} ±0,35
1-bütanol	20,18	A	3,15 ^{xa} ±2,72	3,14 ^{xa} ±2,48	5,20 ^{xa} ±2,49	2,52 ^{xb} ±1,91
		B	3,24 ^{xa} ±2,28	3,52 ^{xa} ±2,71	3,60 ^{xa} ±2,23	3,18 ^{xab} ±1,52
		C	4,08 ^{xa} ±3,86	6,53 ^{xa} ±0,45	2,88 ^{xa} ±2,34	6,92 ^{xa} ±3,65
		D	5,62 ^{xa} ±4,01	3,23 ^{xa} ±2,99	3,46 ^{xa} ±3,04	1,61 ^{xb} ±1,01
		E	4,88 ^{xa} ±4,11	5,65 ^{xa} ±5,35	3,22 ^{xa} ±1,19	4,68 ^{xab} ±3,46
3 metil-1 bütanol	22,48	A	18,11 ^{xa} ±8,09	12,49 ^{xb} ±2,39	36,45 ^{xa} ±43,74	14,02 ^{xb} ±4,32
		B	17,69 ^{xa} ±5,45	16,51 ^{xab} ±3,68	15,75 ^{xa} ±4,45	12,77 ^{xa} ±4,36
		C	16,29 ^{xa} ±2,69	17,23 ^{xab} ±5,50	13,59 ^{xa} ±2,45	17,27 ^{xab} ±7,78
		D	15,44 ^{xa} ±5,20	17,92 ^{xab} ±5,00	14,57 ^{xa} ±5,24	21,74 ^{xa} ±4,80
		E	18,98 ^{xa} ±3,03	22,94 ^{xa} ±6,62	16,15 ^{xa} ±7,42	17,09 ^{xab} ±3,81
2-ethoksietanol	23,02	A	1,31 ^{xab} ±0,78	1,43 ^{xa} ±1,07	0,91 ^{xa} ±0,30	1,20 ^{xa} ±0,60
		B	0,85 ^{xb} ±0,32	1,19 ^{xa} ±0,60	1,78 ^{xa} ±0,79	1,81 ^{xa} ±1,05
		C	1,37 ^{xab} ±0,58	0,88 ^{xa} ±0,86	1,36 ^{xa} ±0,72	1,75 ^{xa} ±0,88
		D	0,62 ^{xb} ±0,32	1,08 ^{xa} ±1,19	1,37 ^{xa} ±0,73	1,96 ^{xa} ±1,68
		E	2,02 ^{xa} ±0,60	1,71 ^{xya} ±0,97	1,54 ^{xya} ±0,07	0,79 ^{ya} ±0,68
3-büten-1-ol,3-metil	23,91	A	0,23 ^{xb} ±0,09	0,94 ^{xa} ±0,94	0,51 ^{xa} ±0,08	0,35 ^{xa} ±0,19
		B	0,32 ^{xb} ±0,16	0,53 ^{xa} ±0,16	0,39 ^{xa} ±0,10	0,42 ^{xa} ±0,07
		C	0,45 ^{xa} ±0,07	0,95 ^{xa} ±0,88	0,41 ^{xa} ±0,11	0,41 ^{xa} ±0,30
		D	0,52 ^{xa} ±0,20	0,54 ^{xa} ±0,51	0,42 ^{xa} ±0,24	0,39 ^{xa} ±0,08
		E	0,54 ^{xa} ±0,11	0,52 ^{xa} ±0,15	0,38 ^{xa} ±0,12	0,77 ^{xa} ±0,63
1-pentanol	23,96	A	0,55 ^{xa} ±0,73	0,92 ^{xa} ±1,40	0,18 ^{xa} ±0,05	0,33 ^{xa} ±0,48
		B	0,58 ^{xa} ±0,54	0,10 ^{xa} ±0,06	0,95 ^{xa} ±1,41	0,27 ^{xa} ±0,09
		C	0,26 ^{ya} ±0,24	0,12 ^{ya} ±0,08	0,04 ^{ya} ±0,08	0,75 ^{ya} ±0,33
		D	0,14 ^{xa} ±0,09	0,16 ^{xa} ±0,11	0,51 ^{xa} ±0,66	0,25 ^{xa} ±0,24
		E	0,33 ^{xa} ±0,16	0,15 ^{xa} ±0,08	0,92 ^{xa} ±1,19	0,26 ^{xa} ±0,20
3-metil-2-buten-1-ol	26,25	A	0,60 ^{xc} ±0,24	0,58 ^{xb} ±0,12	1,29 ^{xa} ±0,50	1,12 ^{xb} ±0,66
		B	1,42 ^{xab} ±0,71	0,68 ^{yzb} ±0,13	1,33 ^{xya} ±0,33	0,44 ^{zc} ±0,32
		C	1,46 ^{xab} ±0,24	0,66 ^{xb} ±0,11	3,27 ^{xa} ±4,14	2,50 ^{xa} ±0,52
		D	1,04 ^{xb} ±0,72	1,06 ^{xb} ±0,34	1,09 ^{xa} ±0,80	1,85 ^{xab} ±0,80
		E	1,87 ^{ax} ±0,24	1,80 ^{xa} ±0,70	1,57 ^{xa} ±0,83	2,20 ^{xa} ±0,55
2-metil-3-pentanol	27,00	A	8,65 ^{xb} ±2,35	8,79 ^{xb} ±1,03	10,67 ^{xa} ±1,99	11,73 ^{xa} ±11,73
		B	10,96 ^{xab} ±3,38	10,84 ^{xb} ±2,84	12,37 ^{xa} ±3,97	12,17 ^{xa} ±2,41
		C	12,31 ^{xab} ±2,03	10,30 ^{xb} ±1,01	10,76 ^{xa} ±1,74	13,20 ^{xa} ±5,41
		D	12,37 ^{xab} ±2,69	12,39 ^{xab} ±4,73	11,19 ^{xa} ±3,35	12,28 ^{xa} ±2,29
		E	14,66 ^{xa} ±2,88	15,39 ^{xa} ±2,70	12,65 ^{xa} ±5,98	13,96 ^{xa} ±3,54
1 hekzanol	27,20	A	15,71 ^{xa} ±24,56	0,91 ^{xb} ±0,05	36,19 ^x ±66,96	1,20 ^{xb} ±0,21
		B	2,36 ^{xa} ±1,56	0,98 ^{xab} ±0,14	1,23 ^{xa} ±0,54	2,44 ^{xa} ±0,76
		C	3,84 ^{xa} ±4,51	1,08 ^{xab} ±0,13	1,29 ^{xa} ±0,16	1,66 ^{xab} ±1,41
		D	1,32 ^{xa} ±0,37	1,15 ^{xab} ±0,16	1,44 ^{xa} ±0,41	1,35 ^{xab} ±0,13
		E	1,48 ^{xa} ±0,15	1,46 ^{xa} ±0,65	1,11 ^{xa} ±0,37	1,68 ^{xab} ±0,32

Çizelge 4.17 (devam)

2-bütanol	27,44	A	6,49 ^{xb} ±1,97	6,58 ^{xb} ±0,66	7,56 ^{xa} ±0,91	8,56 ^{xa} ±2,73
		B	7,99 ^{xab} ±2,40	7,84 ^{xab} ±2,17	8,86 ^{xa} ±2,75	8,18 ^{xa} ±2,11
		C	7,49 ^{xab} ±2,38	8,29 ^{xab} ±1,69	7,75 ^{xa} ±1,28	10,15 ^{xa} ±3,83
		D	8,31 ^{xab} ±2,87	8,35 ^{xab} ±3,07	7,15 ^{xa} ±2,46	6,50 ^{xa} ±4,35
		E	10,73 ^{xa} ±1,92	10,49 ^{xa} ±2,23	8,40 ^{xa} ±4,77	9,58 ^{xa} ±2,29
2-bütoksi etanol	28,76	A	3,05 ^{xa} ±1,93	1,21 ^{xya} ±1,87	1,00 ^{xya} ±0,89	0,51 ^{ya} ±0,11
		B	0,66 ^{xb} ±0,53	0,42 ^{xa} ±0,14	0,47 ^{xa} ±0,14	1,08 ^{xa} ±0,75
		C	0,35 ^{xb} ±0,07	0,32 ^{xa} ±0,07	0,41 ^{xa} ±0,08	2,06 ^{xa} ±2,33
		D	0,48 ^{xb} ±0,07	0,42 ^{xa} ±0,13	0,50 ^{xa} ±0,16	0,53 ^{xa} ±0,09
		E	0,54 ^{xb} ±0,07	1,58 ^{ax} ±2,41	0,40 ^{xa} ±0,12	0,69 ^{xa} ±0,21
1-oktan-3-ol	29,92	A	0,83 ^{xa} ±0,14	0,64 ^{xyab} ±0,05	0,52 ^{yab} ±0,19	0,71 ^{xyb} ±0,13
		B	0,81 ^{xa} ±0,54	0,60 ^{xb} ±0,13	1,00 ^{xa} ±0,83	1,12 ^{xab} ±0,85
		C	0,59 ^{ya} ±0,15	0,56 ^{yb} ±0,11	0,58 ^{yab} ±0,16	1,68 ^{xa} ±0,95
		D	0,68 ^{xa} ±0,13	0,68 ^{xab} ±0,07	0,77 ^{xa} ±0,22	0,62 ^{xb} ±0,24
		E	0,66 ^{ya} ±0,14	0,85 ^{xya} ±0,26	0,00 ^{zb} ±0,00	1,00 ^{xab} ±0,29
2-etil hekzanol	31,03	A	2,06 ^{xb} ±0,80	4,13 ^{xa} ±3,79	2,21 ^{xa} ±0,37	2,55 ^{xb} ±0,14
		B	2,98 ^{xab} ±0,78	3,07 ^{xa} ±0,28	2,46 ^{xa} ±0,23	2,97 ^{xab} ±0,57
		C	2,92 ^{xyab} ±0,36	2,67 ^{ya} ±0,30	2,47 ^{ya} ±0,18	4,12 ^{xa} ±1,63
		D	2,29 ^{xab} ±0,25	2,85 ^{xa} ±0,89	2,86 ^{xa} ±0,67	3,04 ^{xab} ±0,69
		E	3,22 ^{xa} ±0,32	3,60 ^{xa} ±0,64	2,78 ^{xa} ±0,88	3,43 ^{xab} ±0,47
1-oktanol	32,80	A	1,57 ^{xa} ±1,49	0,62 ^{xb} ±0,24	2,71 ^{xa} ±2,33	1,60 ^{xab} ±0,55
		B	1,51 ^{xa} ±1,40	0,86 ^{xab} ±0,11	1,47 ^{xa} ±0,32	1,68 ^{xab} ±0,36
		C	0,68 ^{ya} ±0,24	0,65 ^{yb} ±0,27	1,41 ^{ya} ±0,27	2,55 ^{xa} ±1,18
		D	0,89 ^{xa} ±0,35	0,93 ^{xab} ±0,57	1,44 ^{xa} ±0,76	1,46 ^{xb} ±0,14
		E	1,72 ^{xa} ±0,50	1,27 ^{xa} ±0,47	1,71 ^{xa} ±0,47	1,58 ^{xab} ±0,21
2-heptanol	33,19	A	0,39 ^{ya} ±0,23	0,38 ^{ya} ±0,14	0,79 ^{xab} ±0,18	0,83 ^{xb} ±0,05
		B	1,13 ^{xa} ±0,62	0,54 ^{xa} ±0,28	0,77 ^{xab} ±0,23	1,11 ^{xb} ±0,18
		C	0,65 ^{yab} ±0,11	0,65 ^{ya} ±0,11	0,68 ^{yb} ±0,08	2,67 ^{xa} ±1,22
		D	0,71 ^{xab} ±0,39	0,64 ^{xa} ±0,42	0,90 ^{xab} ±0,37	0,80 ^{xb} ±0,19
		E	0,85 ^{xab} ±0,15	1,12 ^{xa} ±1,16	1,17 ^{xa} ±0,34	0,81 ^{xb} ±0,56

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Çizelge 4.18’da bu çalışmada tespit edilen esterlerin RD’sinin depolama sürecinde değişimi yer almaktadır. Esterler, SYA esterifikasyonu ve alkolizis reaksiyonları ile oluşan ve SYA metabolizmasında önemli rol oynayan uçucu bileşenlerdendir. Esterleşme, esteraz ile alkol ve karboksilik asitlerden ester oluşumudur. Alkoliz ise asiltransferaz ile alkollerden, esterlerin meydana gelmesidir. Alkoliz aynı zamanda LAB bakterileri tarafından gerçekleşen ester biyosentezinin mekanizmalarındandır. Esterler, genellikle tatlı meyveli ve çiçek notaları olarak belirtilmektedir (Bertuzzi vd., 2018). Metilasetat, etilasetat, propiyonik asit metil ester, bütanoik asit metil ester, 1-bütanol-3-metil-asetat,

benzoik asit 2-[(trimetilsilil)oksi]-trimetilsilil ester, hekzanoik asit etil ester, bütanoik asit 2-[(fenilmetoksi)imino]- trimetilsilil ester, 5-metil-2-trimetilsililoksi benzoik asit trimetilsilil ester, 4-hidroksimandelik asit etil ester 2, propanoik asit 2-hidroksi bütül ester, bütanoik asit bütül ester, dietil fitalat tespit edilen ester bileşikleridir.

Çizelge 4.18 Depolama sürecinde esterlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0. GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Asetik asit metil ester (metilasetat)	6,55	A	2,50 ^{xyab} ±0,71	1,60 ^{yzza} ±0,59	3,02 ^{xa} ±0,78	1,03 ^{za} ±0,57
		B	3,09 ^{xab} ±1,53	2,05 ^{xa} ±0,94	3,87 ^{xa} ±4,46	2,79 ^{xa} ±1,21
		C	2,80 ^{xab} ±1,44	3,11 ^{xa} ±1,69	0,86 ^{ya} ±0,48	1,60 ^{xya} ±0,43
		D	1,50 ^{xb} ±0,83	1,62 ^{xa} ±0,64	1,06 ^{xa} ±1,04	2,63 ^{xa} ±3,77
		E	3,49 ^{xa} ±0,28	2,76 ^{xa} ±1,08	2,69 ^{xa} ±1,20	1,55 ^{xa} ±1,16
Asetik asit etil ester(etilasetat)	8,15	A	9,60 ^{ya} ±5,37	6,96 ^{yb} ±5,02	25,75 ^{xa} ±1,55	5,95 ^{yab} ±1,03
		B	9,16 ^{xa} ±4,15	4,21 ^{xb} ±1,53	7,87 ^{xb} ±0,57	6,52 ^{xab} ±4,50
		C	15,35 ^{xa} ±10,64	16,29 ^{xa} ±9,10	13,47 ^{xb} ±7,04	10,30 ^{xa} ±4,53
		D	7,03 ^{xya} ±6,41	5,31 ^{yb} ±2,93	12,93 ^{xb} ±5,84	2,78 ^{yb} ±1,77
		E	13,38 ^{xa} ±2,14	6,68 ^{yb} ±3,50	10,30 ^{xyb} ±1,77	6,46 ^{yab} ±3,49
Propiyonik asit metil ester	8,91	A	0,87 ^{xb} ±0,27	1,24 ^{xa} ±0,24	1,11 ^{xa} ±0,87	1,08 ^{xab} ±0,20
		B	1,35 ^{xyab} ±0,30	1,31 ^{xya} ±0,29	1,54 ^{xa} ±0,81	0,77 ^{yb} ±0,13
		C	1,51 ^{xya} ±0,21	1,75 ^{xa} ±0,41	1,15 ^{ya} ±0,40	1,35 ^{xyb} ±0,35
		D	1,22 ^{yab} ±0,51	1,71 ^{ya} ±1,42	1,16 ^{ya} ±0,33	2,12 ^{xa} ±0,04
		E	1,24 ^{xab} ±0,11	1,21 ^{xa} ±0,39	1,25 ^{xa} ±0,96	0,78 ^{xb} ±0,26
Bütanoik asit metil ester	12,64	A	3,56 ^{xb} ±1,03	4,22 ^{xa} ±0,53	5,97 ^{xa} ±2,61	4,01 ^{xa} ±0,99
		B	4,43 ^{xab} ±1,01	5,30 ^{xa} ±0,53	3,53 ^{xab} ±2,19	4,98 ^{xa} ±1,06
		C	4,45 ^{xab} ±0,67	5,57 ^{xa} ±1,17	4,49 ^{xab} ±1,06	5,78 ^{xa} ±2,09
		D	5,87 ^{xa} ±2,05	5,11 ^{xa} ±1,19	4,91 ^{xab} ±1,46	4,61 ^{xa} ±0,83
		E	5,65 ^{xa} ±0,92	5,50 ^{xa} ±0,74	2,52 ^{yb} ±2,06	4,59 ^{xa} ±1,16
1-bütanol, 3-metil, asetat	18,91	A	2,30 ^{ya} ±0,72	2,29 ^{yb} ±0,30	3,20 ^{xa} ±0,61	3,05 ^{xya} ±0,46
		B	3,26 ^{xya} ±0,74	4,22 ^{xa} ±0,63	2,64 ^{ya} ±0,42	3,26 ^{xya} ±0,66
		C	2,80 ^{za} ±1,34	4,33 ^{xya} ±0,07	2,99 ^{yzza} ±0,61	4,88 ^{xa} ±1,01
		D	2,02 ^{xa} ±0,77	3,54 ^{xab} ±1,81	3,25 ^{xa} ±0,49	4,72 ^{xa} ±2,82
		E	3,41 ^{xa} ±0,51	4,39 ^{xa} ±1,73	2,81 ^{xa} ±0,78	3,69 ^{xa} ±1,35

Çizelge 4.18 (devam)

Benzoik asit, 2-(trimetilsilil)oksi), trimetilsilil ester	20,44	A	44,45 ^{yb} ±16,22	39,53 ^{yb} ±10,31	65,91 ^{xa} ±8,27	73,57 ^{xa} ±6,63
		B	51,95 ^{zab} ±10,68	44,14 ^{zab} ±2,05	66,87 ^{ya} ±20,47	90,66 ^{xa} ±13,88
		C	64,03 ^{xyab} ±13,43	50,32 ^{yab} ±5,06	48,63 ^{ya} ±29,19	115,84 ^{xa} ±72,25
		D	67,68 ^{xa} ±16,53	42,32 ^{yab} ±12,80	71,79 ^{xa} ±22,24	64,76 ^{xya} ±6,90
		E	67,77 ^{xa} ±6,88	59,68 ^{xa} ±19,71	57,51 ^{xa} ±12,46	84,10 ^{xa} ±26,61
Hekzanoik asit etil ester	23,21	A	0,44 ^{yc} ±0,33	0,37 ^{ya} ±0,14	0,90 ^{ya} ±0,65	1,71 ^{xb} ±0,29
		B	0,76 ^{yc} ±0,53	0,42 ^{ya} ±0,10	0,99 ^{ya} ±0,72	2,06 ^{xb} ±0,23
		C	0,78 ^{ybc} ±0,52	0,39 ^{ya} ±0,15	1,11 ^{ya} ±0,52	3,78 ^{xa} ±1,43
		D	1,10 ^{yb} ±0,26	0,60 ^{ya} ±0,45	1,74 ^{xya} ±0,69	2,84 ^{xab} ±1,67
		E	1,79 ^{xa} ±0,287	0,77 ^{xa} ±0,91	1,06 ^{xa} ±0,98	1,57 ^{xb} ±0,89
Bütanoik asit, 2-(fenilmetoksi) imino)-trimetilsililester	24,01	A	1,62 ^{xa} ±1,52	1,04 ^{xa} ±0,71	0,97 ^{xa} ±0,98	1,04 ^{xab} ±1,14
		B	1,71 ^{xa} ±1,48	1,36 ^{xya} ±0,95	0,43 ^{xya} ±0,31	0,17 ^{yab} ±0,20
		C	1,06 ^{xa} ±0,52	2,34 ^{xa} ±1,74	0,42 ^{xa} ±0,43	1,79 ^{xa} ±1,81
		D	1,36 ^{xa} ±1,18	1,35 ^{xa} ±0,81	0,93 ^{xa} ±1,14	0,95 ^{xab} ±0,47
		E	0,72 ^{xya} ±0,44	1,60 ^{xa} ±1,25	0,70 ^{xya} ±0,77	0,01 ^{yb} ±0,03
5-metil-2 trimetilsilil benzoik asit trimetilsilil ester	30,30	A	25,45 ^{xa} ±25,70	19,48 ^{xa} ±15,57	22,09 ^{xa} ±4,39	25,01 ^{xab} ±4,58
		B	24,75 ^{xa} ±14,57	25,25 ^{xa} ±24,46	12,83 ^{xb} ±11,71	26,22 ^{xab} ±5,10
		C	24,54 ^{ya} ±9,08	20,41 ^{ya} ±6,78	23,62 ^{yab} ±1,67	46,03 ^{xa} ±23,59
		D	27,40 ^{xa} ±16,76	21,06 ^{xa} ±4,19	26,29 ^{xa} ±9,33	23,52 ^{xb} ±12,99
		E	30,91 ^{xa} ±12,18	41,49 ^{xa} ±22,03	23,91 ^{xab} ±5,52	31,03 ^{xab} ±8,17
4-hidroksi mandelik asit, etil ester di-TMS	31,56	A	8,44 ^{xa} ±2,56	14,96 ^{xa} ±7,57	18,66 ^{xa} ±12,89	12,32 ^{xb} ±2,56
		B	15,00 ^{xa} ±10,33	9,02 ^{xa} ±0,43	10,51 ^{xa} ±3,66	24,85 ^{xab} ±26,68
		C	11,44 ^{ya} ±1,74	10,18 ^{ya} ±1,52	19,11 ^{ya} ±7,96	37,94 ^{xa} ±8,27
		D	16,75 ^{xa} ±4,66	11,74 ^{xa} ±2,64	27,44 ^{xa} ±20,95	23,18 ^{xab} ±15,26
		E	11,08 ^{ya} ±0,98	11,11 ^{ya} ±3,62	22,64 ^{xa} ±10,76	12,39 ^{yb} ±5,25
Propanoik asit,2-hidroksi, bütül ester	31,96	A	0,80 ^{xa} ±0,57	0,71 ^{xa} ±0,60	1,13 ^{xa} ±0,70	1,20 ^{xa} ±0,73
		B	1,05 ^{xa} ±0,60	0,70 ^{xa} ±0,60	0,93 ^{xa} ±0,76	1,33 ^{xa} ±0,54
		C	0,94 ^{xa} ±0,76	1,31 ^{xa} ±0,14	0,99 ^{xa} ±0,51	1,83 ^{xa} ±1,63
		D	1,35 ^{xa} ±0,85	1,16 ^{xa} ±0,66	1,35 ^{xa} ±0,96	2,05 ^{xa} ±1,95
		E	1,19 ^{xa} ±0,85	1,34 ^{xa} ±1,39	0,94 ^{xa} ±0,41	1,86 ^{xa} ±1,48
2-propenil bütonat	40,32	A	1,02 ^{xa} ±0,78	0,51 ^{xa} ±0,66	1,02 ^{xa} ±0,81	0,78 ^{xa} ±0,65
		B	0,97 ^{xa} ±0,70	1,52 ^{xa} ±2,18	0,97 ^{xa} ±0,56	0,71 ^{xa} ±0,16
		C	0,73 ^{xya} ±0,42	1,63 ^{xa} ±1,10	0,32 ^{ya} ±0,09	0,91 ^{xya} ±0,61
		D	0,63 ^{xa} ±0,69	1,34 ^{xa} ±1,33	0,52 ^{xa} ±0,30	0,65 ^{xa} ±0,55
		E	1,07 ^{xa} ±1,31	2,03 ^{xa} ±1,76	0,70 ^{xa} ±0,13	0,48 ^{xa} ±0,16

Çizelge 4.18 (devam)

Bütanoik asit bütül ester	40,65	A	0,38 ^{xab} ±0,36	0,34 ^{xa} ±0,30	0,38 ^{xa} ±0,28	1,12 ^{xab} ±1,01
		B	0,16 ^{xb} ±0,18	1,19 ^{xa} ±1,49	2,21 ^{xa} ±2,87	1,18 ^{xab} ±0,81
		C	1,03 ^{xya} ±0,53	1,00 ^{xy} ±0,47	0,26 ^{ya} ±0,045	1,75 ^{xa} ±1,31
		D	0,66 ^{xab} ±0,65	1,19 ^{xa} ±0,62	0,30 ^{ax} ±0,35	0,95 ^{xab} ±1,06
		E	0,89 ^{xab} ±0,71	0,96 ^{xa} ±0,56	0,92 ^{xa} ±0,72	0,00 ^{xb} ±0,00
Dietil fitalat	49,98	A	0,00 ^{xb} ±0,00	17,21 ^{xa} ±34,24	2,28 ^{xb} ±1,77	45,50 ^{xa} ±83,23
		B	2,51 ^{yb} ±1,62	1,84 ^{ya} ±2,99	2,28 ^{yb} ±1,53	19,06 ^{xa} ±15,05
		C	2,76 ^{yb} ±1,06	2,39 ^{ya} ±0,89	3,38 ^{yb} ±3,51	12,94 ^{xa} ±3,78
		D	3,54 ^{xab} ±3,71	4,29 ^{xa} ±4,06	3,67 ^{xb} ±2,37	0,00 ^{xa} ±0,00
		E	7,54 ^{xa} ±5,05	38,57 ^{xa} ±71,13	8,01 ^{xa} ±3,17	11,69 ^{xa} ±18,81

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Asetik asit metil esteri (metil asetat) RD'si % 1,03 ile % 5,61 aralığında, asetik asit etil esteri (etil asetat) RD'si % 2,78 ile % 118,70 aralığında, dietil fitalat RD'si % 0 ile % 45,50 aralığında, bütanoik asit metil esteri RD'si % 2,52 ile % 5,78 aralığında, propiyonik asit metil esteri RD'si % 0,78 ile % 4,61 aralığında tespit edilmiştir. Andıç vd. (2010) otlu peynirde, Hunutlu (2016) beyaz peynirde, Ocak vd. (2015) Van otlu peynirde ve Hayaloğlu (2009) olgunlaştırılmış kaşar peynirinde yaptığı çalışmada metilasetat ve etilasetat tespit edilmiştir. Ocak vd. (2015) etilasetatın depolama boyunca arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada bütanoik asit bütül ester, dietil fitalat, propanoik asit, 2-hidroksi-bütül ester, 4-hidroksi mandelik asit, etil ester di-tms, 1-bütanol, 3-metil, asetat bileşiklerinin RD'leri depolama boyunca artış gösterdiği görülmüştür.

Aldehitler, dehidrogenaz ile alkollere; oksidasyon ile karboksilik aside dönüşmektedir ve öncelikli olarak bu dönüşüme maya ve küflerin neden olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir. Ortamda karboksilik asitlerin varlığı, dallı zincirli amino asit ve serbest amino asitlerin (SAA) parçalandığının göstergesidir (Bertuzzi vd., 2018; Ianni vd., 2020). SAA dekarboksilasyonu sonucu ortamda aminler oluşabilmektedir. Aminler ayrıca, laktik asit bakterilerinin yüksek dekarboksilasyon aktiviteleri, peynirlerin kontrolsüz depolama koşulları sonucu meydana gelen proteoliz nedeniyle de oluşabilmektedir. Aminlerin, sağlık üzerinde olumsuz etkilerinin yanı sıra peynir kalitesi üzerinde de olumsuz etkileri mevcuttur

(Bertuzzi vd., 2018; Ianni vd., 2020). Aminler bir aromatik hidrokarbon bileşimidir. Hidrokarbonlar, SYA otooksidasyonunun ikincil metabolitleridir. Alkin, alkil, alkenler de birer aromatik hidrokarbon bileşimidir. Hidrokarbonlardan bazılarının “plastikimsi” aromaya sahip olduğu bilinmektedir (Koyuncu, 2022).

Çizelge 4.19’de tespit edilen amin, alkin, alkin bileşiklerinin RD’lerinin depolama boyunca değişimi yer almaktadır. Bu bileşikler birer hidrokarbondur. 2-Pentanamin, metan tiyobis bütanal-3-metil, 1-decyne tespit edilmiştir. 2-pentanamin bileşiğinin depolama boyunca değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 2-pentanamin ve metan, tiyobis-bütanal-3-metil bileşiğindeki değişim farklı PS konsantrasyonu içeren tüm örneklerde A örneğine göre daha yüksektir. 2-pentanamin bileşiğinin PS miktarına göre örneklerdeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Metan, tiyobis /bütanal -3 metil tespit edilen kükürtlü bir alkildir. % 0,27 ile % 6,88 RD aralığında ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada, söz konusu bileşiğin peynirde tespit edilmesine, peynirin *Micrococcaceae*, *B. linens* ve *G. candidum* ile olası kontaminasyonun neden olabileceği bildirilmiştir (Bertuzzi vd., 2018)

Çizelge 4.19 Depolama sürecinde amin, alkil, alkin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Sınıfı	Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Amin	2-pentanamine	4,26	A	0,00 ^{zb} ±0,00	0,99 ^{zb} ±1,22	4,19 ^{xa} ±0,65	2,07 ^{ya} ±0,18
			B	7,48 ^{xa} ±6,13	5,16 ^{xab} ±1,88	3,47 ^{xa} ±2,14	2,14 ^{xa} ±0,20
			C	3,63 ^{xyab} ±1,34	6,55 ^{xa} ±3,50	3,57 ^{xya} ±1,56	2,87 ^{ya} ±1,48
			D	6,45 ^{xab} ±6,94	3,46 ^{xab} ±1,75	2,15 ^{xa} ±0,11	8,14 ^{xa} ±9,36
			E	3,55 ^{xab} ±0,77	4,59 ^{xab} ±4,65	2,34 ^{xa} ±1,11	2,84 ^{xa} ±2,22
Alkil	Metan tiyobis bütanal-3-metil	5,33	A	0,48 ^{xa} ±0,44	0,84 ^{xb} ±0,97	0,92 ^{xa} ±1,01	1,21 ^{xa} ±0,67
			B	0,64 ^{ya} ±0,94	3,41 ^{xa} ±1,26	0,27 ^{ya} ±0,54	1,55 ^{ya} ±0,11
			C	1,37 ^{xa} ±0,48	1,38 ^{xb} ±0,75	1,40 ^{xa} ±0,36	1,09 ^{xa} ±0,19
			D	1,23 ^{xa} ±1,1	1,54 ^{xb} ±0,35	1,58 ^{xa} ±2,43	6,88 ^{xa} ±10,10
			E	1,60 ^{xa} ±0,32	1,62 ^{xb} ±1,17	1,70 ^{xa} ±1,62	1,46 ^{xa} ±0,56

Çizelge 4.19 (devam)

Alkin	1-decyne	22,98	A	1,16 ^{xa} ±0,98	0,50 ^{xa} ±0,61	0,75 ^{xab} ±0,36	1,07 ^{xb} ±0,38
			B	1,00 ^{xa} ±0,45	0,89 ^{xa} ±0,86	0,79 ^{xab} ±0,59	0,57 ^{xb} ±0,44
			C	1,94 ^{xa} ±1,95	0,59 ^{xa} ±0,55	0,57 ^{xb} ±0,03	1,32 ^{xb} ±0,61
			D	0,67 ^{xa} ±0,51	3,70 ^{xa} ±5,21	1,40 ^{xa} ±0,49	0,74 ^{xb} ±0,21
			E	0,63 ^{ya} ±0,28	0,93 ^{ya} ±0,44	0,79 ^{yab} ±0,49	3,04 ^{xa} ±1,5

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Çizelge 4.20’de incelendiğinde, hekzan, heptan, oktan, heptan 3 metilen, 2,2,4,4,6,6 pentametilheptan, dekan, 4-metil-2-penten tespit edilen alkan bileşikleridir. Bu çalışmada oktan RD’si % 1,18 ile % 3,28 aralığında, hekzan RD’si % 3,42 ile % 30,27 aralığında, heptan RD’si % 0,20 ile % 3,06 aralığında tespit edilmiştir. Hekzan RD’si depolama ile azalmıştır (p<0,0,5). Diğer bileşikler ise depolama sürecinde ve PS konsantrasyonuna bağlı dalgalanma göstermiştir. Süleymani ve Hayaloğlu (2016) teleme ısıtmanın kaşkaval peyniri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında hekzan, oktan, 2,2,4,6,6-metil pentan ettiklerini bildirmiştir.

Çizelge 4.20 Depolama sürecinde alkanların relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0. GÜN	30. GÜN	60. GÜN	90. GÜN
Hekzan	4,321	A	28,16 ^{xa} ±27,47	22,33 ^{xa} ±16,57	18,85 ^{xa} ±5,17	5,05 ^{xa} ±1,18
		B	30,27 ^{xa} ±37,48	14,65 ^{xa} ±7,13	12,26 ^{xb} ±0,53	4,71 ^{xa} ±1,32
		C	15,65 ^{xa} ±4,17	9,59 ^{ya} ±0,49	10,00 ^{yb} ±5,28	5,53 ^{ya} ±1,53
		D	8,71 ^{xa} ±4,44	7,78 ^{xya} ±2,20	6,97 ^{xyb} ±2,70	3,42 ^{ya} ±0,81
		E	14,55 ^{xya} ±1,64	16,07 ^{xa} ±9,72	7,34 ^{yzb} ±1,82	4,47 ^{za} ±1,65
Heptan	4,924	A	1,35 ^{yab} ±0,30	1,14 ^{ya} ±0,17	2,07 ^{xa} ±0,21	1,63 ^{xyb} ±0,50
		B	0,20 ^{yb} ±0,40	1,89 ^{xa} ±0,37	0,52 ^{yc} ±0,61	2,10 ^{xb} ±0,43
		C	1,69 ^{xa} ±0,8	2,47 ^{xa} ±1,92	1,72 ^{xab} ±0,47	3,06 ^{xa} ±0,78
		D	1,08 ^{xab} ±1,25	2,15 ^{xa} ±0,36	0,79 ^{xbc} ±0,96	1,28 ^{xb} ±0,33
		E	2,07 ^{xa} ±0,44	3,17 ^{xa} ±3,98	1,62 ^{xab} ±0,60	1,44 ^{xb} ±0,57

Çizelge 4.20 (devam)

Oktan	5,97	A	1,55 ^y b±0,39	1,18 ^y b±0,29	2,35 ^x a±0,42	1,75 ^{xy} a±0,64
		B	1,59 ^{xy} b±0,41	3,28 ^x a±2,02	1,35 ^y b±0,50	2,60 ^{xy} a±0,28
		C	1,93 ^x ab±0,20	2,71 ^x ab±0,65	1,93 ^x ab±0,22	2,72 ^x a±1,01
		D	2,05 ^x ab±0,98	1,22 ^x b±0,85	2,02 ^x ab±0,84	2,52 ^x a±0,59
		E	2,57 ^{xy} a±0,48	2,78 ^x ab±1,32	1,36 ^y b±0,74	2,31 ^{xy} a±0,15
Heptan-3-metilen	6,858	A	1,47 ^y a±0,71	1,41 ^y b±0,94	3,78 ^x a±1,28	2,31 ^{xy} b±1,97
		B	3,55 ^x a±2,86	3,08 ^x a±0,49	1,79 ^x b±1,56	4,43 ^x a±1,03
		C	3,47 ^y a±0,59	2,74 ^y a±0,84	3,07 ^y ab±0,19	4,96 ^x a±1,36
		D	3,63 ^x a±1,28	3,30 ^x a±0,46	3,70 ^x ab±1,27	3,54 ^x ab±0,79
		E	3,49 ^x a±1,46	3,15 ^x a±0,93	2,83 ^x ab±1,16	3,94 ^x ab±0,95
2,2,4,4,6,6 Pentametilheptan	11,292	A	2,29 ^x a±0,46	2,31 ^x a±0,53	3,38 ^x a±2,40	2,83 ^x b±0,99
		B	1,95 ^y a±0,64	3,34 ^y a±0,41	2,31 ^{xy} a±0,54	5,71 ^x a±1,38
		C	3,69 ^{xy} a±1,1	4,25 ^{xy} a±0,66	3,23 ^y a±0,75	6,10 ^x a±2,96
		D	3,65 ^x a±2,39	3,65 ^x a±1,45	4,21 ^x a±0,81	3,29 ^x ab±1,02
		E	3,99 ^{ax} ±1,11	4,67 ^x a±2,75	2,71 ^x a±0,28	5,19 ^x ab±1,56
Dekan	13,298	A	1,01 ^y b±0,53	0,75 ^y a±0,32	1,72 ^x b±0,20	1,38 ^y b±0,84
		B	5,77 ^x a±5,66	1,78 ^x ab±0,43	1,19 ^x b±0,78	2,45 ^x ab±0,63
		C	1,63 ^y ab±0,17	1,88 ^{xy} ab±0,32	1,64 ^y ab±0,21	2,89 ^x a±1,35
		D	1,78 ^x ab±0,59	1,59 ^x ab±0,13	2,39 ^x a±1,02	2,54 ^x ab±0,42
		E	2,08 ^x ab±0,27	3,11 ^x a±3,01	1,69 ^x ab±0,42	2,58 ^x ab±0,46
4-metil-2-penten	23,432	A	0,74 ^x a±0,56	0,80 ^x b±0,37	0,79 ^x ba±0,03	0,70 ^x ±0,10
		B	0,53 ^y za±0,07	0,68 ^y a±0,07	0,48 ^z c±0,07	0,90 ^x ±0,15
		C	0,84 ^x a±0,23	0,64 ^x a±0,17	0,61 ^x bc±0,14	0,86 ^x ±0,53
		D	0,62 ^x a±0,13	0,59 ^x a±0,30	0,90 ^x a±0,24	0,91 ^x ±0,55
		E	0,77 ^x a±0,17	0,65 ^x a±0,08	0,39 ^x ±0,27	0,40 ^x ±0,49

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Çizelge 4.21’de tespit edilen benzen bileşikleri mevcuttur. 1-3 pentadien, benzene-metil (tolüen), benzen, 1,2-dimetil, 1-metil-2-[1-metiletil]-benzen, 2,6-dimetilpirazin, 1-metil-4-(1-metiletenil) benzen, tespit edilen bileşikleridir.

Çizelge 4.21 Depolama sürecinde benzenlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
1-3 pentadien	4,79	A	0,00 ^a ±0,00	0,00 ^b ±0,00	0,00 ^b ±0,00	0,00 ^b ±0,00
		B	230,52 ^{xa} ±51,70	0,59 ^{zb} ±0,42	128,92 ^{ya} ±36,33	0,00 ^{zb} ±0,00
		C	2,26 ^{xb} ±3,91	0,38 ^{xb} ±0,53	0,00 ^{xb} ±0,00	10,17 ^{xa} ±10,17
		D	56,72 ^{yab} ±38,98	0,00 ^{yb} ±0,00	140,00 ^{xa} ±64,61	0,00 ^{yb} ±0,00
		E	6,80 ^{yab} ±6,80	308,27 ^{xa} ±120,55	0,01 ^{yb} ±0,01	0,00 ^{ya} ±0,00
Benzen-metil	15,17	A	5,21 ^{xa} ±1,95	4,85 ^{xc} ±0,67	6,12 ^{xa} ±1,68	6,72 ^{xa} ±2,30
		B	8,37 ^{xa} ±3,28	9,90 ^{xb} ±3,21	5,89 ^{xa} ±1,90	8,06 ^{xa} ±2,06
		C	7,39 ^{xa} ±1,67	7,09 ^{xabc} ±0,91	6,16 ^{xa} ±0,28	9,98 ^{xa} ±5,02
		D	8,04 ^{xa} ±2,27	5,94 ^{xbc} ±2,26	7,70 ^{xa} ±2,49	8,85 ^{xa} ±5,81
		E	7,74 ^{xa} ±1,01	10,59 ^{xa} ±4,15	7,34 ^{xa} ±2,05	8,93 ^{xa} ±1,55
Benzen-1,2-dimetil	19,52	A	1,71 ^{xa} ±0,98	1,35 ^{xa} ±0,93	2,00 ^{xa} ±1,37	1,13 ^{xa} ±0,65
		B	4,55 ^{xa} ±4,22	3,77 ^{xa} ±1,1	1,28 ^{xa} ±0,61	1,32 ^{xa} ±0,97
		C	1,59 ^{xa} ±0,58	2,04 ^{xa} ±1,54	1,16 ^{xa} ±0,80	3,04 ^{xa} ±1,91
		D	2,06 ^{xa} ±0,54	1,37 ^{xa} ±0,87	1,87 ^{xa} ±0,94	6,73 ^{xa} ±9,27
		E	1,53 ^{xa} ±0,21	4,53 ^{xa} ±4,91	1,39 ^{xa} ±0,25	1,77 ^{xa} ±1,03
1-metil-2-[1-metimetil]-benzen	24,51	A	24,15 ^{xa} ±7,36	22,57 ^{xa} ±4,46	26,63 ^{xa} ±5,10	32,59 ^x ±7,78
		B	25,43 ^{ya} ±2,32	21,07 ^{ya} ±6,25	23,29 ^{ya} ±2,64	35,61 ^{xa} ±7,00
		C	24,85 ^{xa} ±8,45	19,72 ^{xa} ±7,30	26,23 ^{xa} ±8,56	32,22 ^{xa} ±10,67
		D	20,38 ^{xa} ±4,72	25,00 ^{xa} ±9,48	23,20 ^{xa} ±5,80	25,94 ^{xa} ±4,70
		E	19,58 ^{ya} ±2,58	20,74 ^{ya} ±3,21	17,18 ^{ya} ±5,55	27,10 ^{xa} ±3,22
2.6-dimetilpirazin	26,62	A	1,19 ^{xa} ±0,59	1,19 ^{xa} ±0,68	1,49 ^{xa} ±0,47	2,12 ^{xa} ±1,17
		B	1,19 ^{xb} ±0,81	1,63 ^{xa} ±0,80	1,67 ^{xa} ±0,59	2,09 ^{xa} ±0,68
		C	1,65 ^{xab} ±0,59	1,56 ^{xa} ±0,95	1,82 ^{xa} ±0,74	2,23 ^{xa} ±0,48
		D	1,22 ^{xb} ±0,44	1,70 ^{xa} ±0,73	1,71 ^{xa} ±1,05	3,04 ^{xa} ±2,09
		E	2,29 ^{xa} ±0,75	2,22 ^{xa} ±0,57	5,31 ^{xa} ±7,33	2,55 ^{xa} ±0,36
Benzen, 1-metil-4-(1-metilletenil)-	29,70	A	1,58 ^{xya} ±0,48	1,69 ^{xya} ±0,44	1,34 ^{ya} ±1,23	2,55 ^{xa} ±0,40
		B	2,22 ^{xa} ±1,09	1,81 ^{xa} ±0,25	2,36 ^{xa} ±0,45	3,19 ^{xa} ±1,22
		C	2,27 ^{xy} ±0,53	1,82 ^{ya} ±0,13	2,36 ^{xya} ±0,25	3,67 ^{xa} ±2,03
		D	1,96 ^{xa} ±0,47	1,66 ^{xa} ±1,17	2,53 ^{xa} ±0,83	2,28 ^{xa} ±0,75
		E	2,19 ^{xa} ±0,17	2,05 ^{xa} ±0,92	2,09 ^{xa} ±0,66	2,58 ^{xa} ±0,67

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Bu çalışmadaki benzene-metil (tolüen) % 4,85 ile % 10,59 RD aralığında tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Öztürk'ün (2018) beyaz peynirde yaptığı çalışma

ile Süleymani ve Hayaloğlu (2016) tarafından kaşkavalda yapılan çalışmada da tolüen tespit edildiği bildirilmiştir. Yapılan birçok çalışmada ortamdaki PS'nin *Penicillium spp.* ve bazı mayalar tarafından parçalanarak dekarboksilasyonu ile 1-3 pentadien bileşiğinin ortaya çıktığı ve peynirde istenmeyen petrol türevi koku ve tat oluştuğu bildirilmiştir (Mann ve Beuchat, 2008). Bu çalışmada A örneklerinde 1-3 pentadien tespit edilmemiştir. PS, üretim aşamalarında A örneklerine eklenmemiştir. 1-3 pentadien tespit edilmiş olmasının peynir örneklerindeki PS eklenmiş olması ve *Penicillium spp.*, bazı mayalar ile kontamine olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. C örneğinde 60. gün, D örneği 30 ve 90. gün, E örneğinde 90. gün PS ilave edilmiş olmasına rağmen tespit edilmemiş olmasının bu maya ve küfler ile kontamine olmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.22'te bu çalışmada tespit edilen karboksilik asitler ve depolama boyunca RD'lerinin değişimi yer almaktadır. Fenol (karbolik asit), bütanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, 3,3,3-D3-laktik asit 2TMS, asetik asit, propanoik asit, oktanoik asit, sorbik asit, dekanolik asit tespit edilen karboksilik asitlerdir.

Çizelge 4.22 Depolama sürecinde karboksilik asitlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Asetik asit	30,17	A	11,44 ^{yb} ±6,06	10,90 ^{yb} ±5,68	14,19 ^{ya} ±6,18	23,12 ^{xa} ±3,22
		B	14,60 ^{xb} ±12,14	16,63 ^{xb} ±3,74	18,63 ^{xa} ±4,68	22,12 ^{xa} ±13,34
		C	22,39 ^{xab} ±11,13	20,03 ^{xb} ±4,34	19,93 ^{xa} ±10,74	36,82 ^{xa} ±25,14
		D	27,35 ^{xab} ±11,57	10,78 ^{xb} ±8,97	20,15 ^{xa} ±8,64	26,88 ^{xa} ±13,31
		E	34,59 ^{xa} ±15,57	39,56 ^{xa} ±15,34	22,76 ^{xa} ±0,77	40,12 ^{xa} ±9,47
Hekzanoik asit 2 metil	33,84	A	0,21 ^{xyb} ±0,25	0,00 ^{ya} ±0	0,10 ^{yb} ±0,12	0,46 ^{xb} ±0,24
		B	2,31 ^{xa} ±2,59	0,00 ^{ya} ±0,00	0,47 ^{xya} ±0,13	0,53 ^{xyb} ±0,65
		C	0,00 ^{ya} ±0,00	0,00 ^{ya} ±0,00	0,44 ^{ya} ±0,27	1,18 ^{xa} ±0,48
		D	0,00 ^{xa} ±0,00	0,41 ^{xb} ±0,48	0,35 ^{xab} ±0,28	0,20 ^{xb} ±0,23
		E	0,00 ^{ya} ±0,00	1,63 ^{xa} ±1,09	0,35 ^{yab} ±0,045	0,36 ^{yb} ±0,027

Çizelge 4.22 (devam)

Bütanoik asit	34,61	A	50,85 ^{xa} ±51,80	57,16 ^{xab} ±50,04	86,96 ^x ±58,89	89,80 ^{xb} ±11,29
		B	19,74 ^{ya} ±9,73	17,14 ^{yb} ±12,48	19,95 ^{yb} ±9,74	106,41 ^{xb} ±71,01
		C	48,47 ^{ya} ±43,73	41,08 ^y ±21,84	83,68 ^{ya} ±20,98	200,38 ^{xab} ±93,96
		D	82,13 ^{yz} ±52,47	32,48 ^{zb} ±20,85	116,5 ^{xya} ±68,14	166,96 ^{xab} ±48,95
		E	26,71 ^{ya} ±7,83	98,87 ^{ya} ±57,30	94,74 ^{ya} ±8,85	227,08 ^{xa} ±100,39
Propanoik asit, 2-(aminooksisi)	35,33	A	0,45 ^{xa} ±0,21	0,92 ^{xa} ±1,13	0,96 ^{xa} ±0,64	1,37 ^{xa} ±1,06
		B	3,70 ^{xa} ±5,49	0,54 ^{xa} ±0,14	0,67 ^{xa} ±0,20	0,77 ^{xaa} ±0,75
		C	1,12 ^{xa} ±0,6	1,67 ^{xa} ±1,21	0,64 ^{xa} ±0,11	1,08 ^{xa} ±0,57
		D	0,77 ^{xa} ±0,49	0,84 ^{xa} ±0,24	0,55 ^{xa} ±0,14	0,71 ^{xa} ±0,20
		E	0,74 ^{xa} ±0,16	0,90 ^{xa} ±0,25	0,87 ^{xaa} ±0,33	0,87 ^{xa} ±0,87
3,3,3, D3 Laktik asit 2TMS	36,95	A	0,97 ^{xa} ±0,33	1,00 ^{xb} ±0,22	1,33 ^{xa} ±0,40	1,47 ^{xa} ±0,32
		B	1,34 ^{xa} ±0,45	0,97 ^{xb} ±0,09	1,29 ^{xa} ±0,548	1,50 ^{xa} ±0,93
		C	1,15 ^{xya} ±0,17	0,95 ^{yb} ±0,17	1,46 ^{xya} ±0,28	2,49 ^{xa} ±1,66
		D	1,13 ^{xa} ±0,43	1,19 ^{xab} ±0,09	1,58 ^{xa} ±0,41	1,67 ^{xa} ±0,44
		E	1,20 ^{xya} ±0,12	1,43 ^{xya} ±0,49	1,06 ^{ya} ±0,24	1,67 ^{xa} ±0,36
Hekzanoik asit	39,71	A	142,66 ^{xa} ±81,25	133,12 ^{xab} ±80,49	142,44 ^{xa} ±66,34	108,31 ^{xb} ±17,67
		B	62,69 ^{ya} ±0,685	71,63 ^{yb} ±23,32	91,72 ^{ya} ±11,12	204,01 ^{xab} ±58,22
		C	127,35 ^{ya} ±66,54	106,98 ^{yab} ±37,31	148,10 ^{ya} ±76,18	290,51 ^{xa} ±105,82
		D	112,72 ^{xa} ±54,57	57,71 ^{xb} ±44,56	164,18 ^{xa} ±102,41	175,90 ^{xab} ±136,93
		E	132,43 ^{xa} ±81,35	183,78 ^{xa} ±109,83	143,56 ^{xa} ±33,40	284,99 ^{xa} ±124,67
Fenol (karbolik asit)	42,97	A	2,65 ^{xb} ±2,45	6,31 ^{xa} ±3,34	4,49 ^{xa} ±0,99	6,51 ^{xa} ±1,91
		B	7,66 ^{xa} ±2,93	4,85 ^{xa} ±3,91	7,21 ^{xa} ±4,08	6,51 ^{xa} ±4,26
		C	7,22 ^{xa} ±0,65	4,24 ^{xa} ±2,96	4,76 ^{xa} ±0,86	6,87 ^{xa} ±0,38
		D	7,17 ^{xa} ±1,56	5,27 ^{xa} ±3,32	5,60 ^{xa} ±1,98	7,16 ^{xa} ±2,65
		E	5,28 ^{xab} ±0,34	4,41 ^{xa} ±3,10	3,96 ^{xa} ±1,34	5,76 ^{xa} ±1,60
Oktanoik asit	44,24	A	28,64 ^{xa} ±16,05	33,36 ^{xab} ±22,20	36,38 ^{xa} ±15,80	38,23 ^{xb} ±4,84
		B	19,01 ^{ya} ±3,59	17,09 ^{yb} ±4,28	33,81 ^{xya} ±6,51	48,27 ^{xab} ±33,23
		C	26,33 ^{ya} ±27,44	28,97 ^{yab} ±8,08	40,67 ^{ya} ±14,34	95,98 ^{xa} ±32,15
		D	26,31 ^{xa} ±21,77	31,99 ^{xab} ±23,14	46,93 ^{xa} ±20,67	57,10 ^{xab} ±44,19
		E	35,64 ^{ya} ±16,39	51,90 ^{ya} ±29,42	35,54 ^{ya} ±2,46	89,08 ^{xab} ±33,53
Sorbik asit	46,21	A	13,72 ^{xyb} ±7,79	16,16 ^{xyb} ±4,98	11,89 ^{yb} ±6,21	20,97 ^{xab} ±2,78
		B	33,03 ^{xb} ±28,05	34,93 ^{xb} ±7,79	30,49 ^{xb} ±13,66	14,87 ^{xb} ±9,61
		C	49,03 ^{xb} ±25,76	41,88 ^{xb} ±18,20	32,34 ^{xb} ±12,26	43,31 ^{xab} ±13,27
		D	62,74 ^{xab} ±18,19	56,23 ^{xb} ±33,22	61,91 ^{xa} ±27,07	55,80 ^{xb} ±38,57
		E	102,23 ^{xya} ±56,56	174,36 ^{xa} ±79,81	72,16 ^{ya} ±14,56	100,21 ^{ya} ±32,59

Çizelge 4.22 (devam)

Dekanoik asit	48,46	A	6,61 ^{xa} ±1,98	6,41 ^{xb} ±2,55	10,82 ^{xb} ±2,60	49,16 ^{xa} ±68,8
		B	12,43 ^{xya} ±7,12	4,20 ^{ya} ±0,77	11,64 ^{xyb} ±4,10	18,44 ^{xa} ±11,45
		C	12,15 ^{ya} ±4,89	6,80 ^{ybc} ±1,61	13,21 ^{yab} ±1,88	42,93 ^{xa} ±9,91
		D	11,09 ^{xa} ±3,98	10,18 ^{yb} ±4,88	19,39 ^{xya} ±7,27	23,92 ^{xa} ±12,05
		E	13,41 ^{ya} ±4,47	15,58 ^{ya} ±4,24	12,17 ^{yb} ±3,16	37,48 ^{xa} ±14,71

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Bu çalışmada asetik asit RD'si % 10,78 ile % 40,12 aralığında, 2 metil hekzanoik asit RD'si % 0 ile % 1,63 aralığında, bütanoik asit RD'si % 17,14 ile % 200,38 aralığında, fenol RD'si % 4,24 ile % 14,86 aralığında, oktanoik asit RD'si % 17,09 ile % 95,98 aralığında, sorbik asit RD'si % 11,89 ile % 100,21 aralığında, dekanolik asit RD'si % 4,20 ile % 49,16 aralığında tespit edilmiştir. Asetik asit RD'si depolama ile genel olarak artmıştır (p<0,05). 0 ve 30. depolama günlerinde E örneklerinin A örneklerine göre asetik asit RD'leri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ocak vd. (2015) tarafından Van otlu peynirde yapılan çalışmada fenol (karbolik asit), bütanoik asit, hekzanoik asit oktanoik asit tespit etmiş olup, depolama sürecinde miktarlarının arttığı bildirilmiştir. Bertuzzi (2018) tarafından olgunlaştırılmış peynirde, Eroğlu vd. (2016) tarafından kaşar peynirinde, Öztürk (2018) tarafından beyaz peynirde, Vitova vd. (2012) tereyağlı peynir analoglarında yaptığı çalışmada asetik asit tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki sorbik asit RD'leri depolama boyunca genel olarak azalmıştır. A ve E örneklerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Sorbik asit miktarı PS miktarı arttıkça genel olarak artış göstermiştir (p<0,05). Kontrol grubu peynirlerde PS bulunmamasına rağmen sorbik asit tespit edilmiştir. PS süblimleşme özelliği nedeniyle gaz fazına kolayca geçebilmektedir. 72 °C uygulanan eritme işlemi ile meydana gelebilecek süblimleşme sonucu PS'nin ortamdan veya ekipmanlardan kaynaklanan bulaşmasının bu tespiti neden olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada karboksilik asitlerin çoğunluğunda depolama ile artış gözlenmiştir. Süleymani ve Hayaloğlu (2016) tarafından kaşar peynirinde yapılan çalışmada da benzer şekilde depolama boyunca asit miktarlarında artış olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.23'de tespit edilen terpenler mevcuttur. 1,6-oktadien, 3,7-dimetil, sikloheksan, 1-metil-4-(1-metiletildien), dl-limonen, alfapinen ve alfaterpinen

tespit edilen bileşiklerdir. Terpenler, sütte doğal olarak bulunduğundan birçok peynirde tespit edilmektedir. Hunutlu'nun (2016) beyaz peynirde yaptığı çalışmada, Sunesen vd.'nin (2002) ise işlenmiş peynirde yaptığı çalışmada dl-limonen tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23 Depolama sürecinde terpenlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30.GÜN	60.GÜN	90.GÜN
Alfa pinen	14,30	A	1,78 ^{xa} ±0,80	1,89 ^{xa} ±0,72	2,00 ^{xa} ±0,77	2,07 ^{xa} ±1,04
		B	1,48 ^{ya} ±0,74	2,53 ^{xa} ±0,71	1,71 ^{xya} ±0,52	2,32 ^{xya} ±0,47
		C	1,85 ^{ya} ±0,47	2,24 ^{xya} ±0,41	2,20 ^{xya} ±0,43	3,12 ^{xa} ±0,85
		D	2,12 ^{xa} ±0,61	2,12 ^{xa} ±0,83	2,58 ^{xa} ±0,77	3,26 ^{xa} ±1,45
		E	3,45 ^{xa} ±2,39	2,05 ^{xa} ±0,53	1,68 ^{xa} ±0,47	2,34 ^{xa} ±0,60
1-6-oktadien 3-7 dimetil	14,98	A	1,15 ^{ya} ±0,52	1,37 ^{xya} ±0,92	2,08 ^{xya} ±0,90	2,42 ^{xa} ±0,60
		B	1,75 ^{xa} ±0,57	1,05 ^{ya} ±0,44	1,49 ^{xyab} ±0,32	1,87 ^{xa} ±0,34
		C	1,45 ^{yza} ±0,26	0,86 ^{za} ±0,15	2,37 ^{xa} ±0,26	2,03 ^{xya} ±0,66
		D	1,31 ^{xa} ±0,38	1,20 ^{xa} ±0,67	1,56 ^{xab} ±0,39	1,77 ^{xa} ±0,78
		E	1,24 ^{ya} ±0,18	1,14 ^{ya} ±0,22	1,14 ^{yb} ±0,61	2,36 ^{xa} ±0,50
Sikloheksan, 1-metil-4-(1-metiletildien)	19,17	A	1,12 ^{ya} ±0,56	2,15 ^{xya} ±0,82	2,76 ^{xa} ±0,46	3,13 ^{xab} ±0,83
		B	1,40 ^{ya} ±1,05	1,58 ^{ya} ±0,53	1,92 ^{yab} ±0,38	3,79 ^{xa} ±1,41
		C	1,23 ^{xa} ±0,47	2,34 ^{xa} ±1,40	2,44 ^{xa} ±0,90	1,96 ^{xb} ±0,42
		D	1,05 ^{xa} ±0,60	1,71 ^{xa} ±1,10	1,80 ^{xab} ±0,53	2,10 ^{xb} ±0,79
		E	2,68 ^{xa} ±2,64	2,40 ^{xa} ±0,60	1,22 ^{xb} ±0,84	2,57 ^{xab} ±0,41
dl-Limonen	21,84	A	23,08 ^{xab} ±8,21	23,19 ^{xa} ±3,80	28,71 ^{xa} ±8,27	26,45 ^{xb} ±7,71
		B	34,60 ^{xya} ±16,58	20,76 ^{ya} ±3,98	21,67 ^{ya} ±2,51	45,43 ^{xa} ±11,81
		C	25,77 ^{yab} ±4,55	23,32 ^{ya} ±8,52	26,25 ^{ya} ±5,37	48,88 ^{xa} ±10,12
		D	16,62 ^{xb} ±5,13	23,65 ^{xa} ±5,03	23,37 ^{xa} ±6,60	18,98 ^{xb} ±9,79
		E	21,60 ^{xab} ±2,05	29,02 ^{xa} ±9,41	19,40 ^{xa} ±4,06	20,52 ^{xb} ±9,35
Alfa terpinen	24,96	A	0,69 ^{xy} ±0,33	0,59 ^{yab} ±0,21	1,24 ^{xya} ±0,81	1,44 ^{xa} ±0,48
		B	0,57 ^{ya} ±0,42	0,35 ^{yab} ±0,18	0,61 ^{ya} ±0,30	1,92 ^{xa} ±0,51
		C	0,53 ^{ya} ±0,27	0,44 ^{yab} ±0,20	0,75 ^{ya} ±0,39	2,07 ^{xa} ±1,03
		D	0,68 ^{ya} ±0,39	0,25 ^{yb} ±0,30	1,23 ^{xa} ±0,08	1,30 ^{xa} ±0,38
		E	0,47 ^{ya} ±0,21	0,78 ^{ya} ±0,47	0,71 ^{ya} ±0,29	1,76 ^{xa} ±0,43

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Bu çalışmada tespit edilen dl-limonen RD'si % 16,62 ile % 48,88 aralığındadır. D- dl-limonen bileşiğinin B ve C örneklerinde, alfaterpinen bileşiklerinin A, B, C örneklerinde alfapinen bileşiğinin tüm örneklerde depolama sürecindeki değişimi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). dl-limonen, PS konsantrasyonundan pek etkilenmemesine rağmen, depolamadan etkilendiği gözlenmiştir ($p<0,05$). Genelde depolama sürecinde, başlangıcına göre artış göstermişlerdir. Aprea vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada olgunlaşma sırasında Montasio peynirinin terpen içeriğinde LAB'ın terpenoidleri değiştirme ve biyosentezleme kabiliyeti nedeniyle artış olduğu bildirilmiştir (Bertuzzi vd., 2018).

Çizelge 4.24'da depolama sürecinde tespit edilen alkaloidlerin RD'sinin değişimi yer almaktadır. Alkaloidler bitkilerin doğal yapısında bulunana ve süte geçen ikincil metabolitlerdir (de Nisjs vd., 2017). 16-oksosalutaridin, RD'si % 20,76 ile % 50,32 arasında, oksimemetoksifenil RD'si % 183,50 ile % 586,34 aralığındadır. Her iki bileşik de depolama ile artış göstermiştir ($p<0,05$) Genel olarak B, C, D, E örneklerinde tespit edilen miktarlar A örneklerine göre daha yüksektir ($p<0,05$). PS ilave edilmesiyle bir miktar artış gösterdiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.24 Depolama sürecinde alkaloidlerin relatif değerlerinin (% RD) değişimleri

Bileşik Adı	Alıkonma zamanı	Örnek	0.GÜN	30. GÜN	60.GÜN	90.GÜN
16-oksosalutaridin	25,84	A	24,09 ^{yb} ±9,26	20,76 ^{yb} ±6,41	36,66 ^{xa} ±4,20	39,55 ^{xb} ±6,69
		B	25,39 ^{yzab} ±3,05	21,76 ^{zb} ±2,43	34,84 ^{ya} ±11,31	47,00 ^{xab} ±5,19
		C	33,81 ^{yab} ±9,48	23,82 ^{yb} ±1,90	35,27 ^{ya} ±4,75	73,64 ^{xa} ±38,62
		D	36,51 ^{xa} ±8,52	37,42 ^{xa} ±7,78	42,25 ^{xa} ±14,26	38,27 ^{xb} ±9,23
		E	36,40 ^{xya} ±3,16	28,39 ^{yb} ±5,42	30,76 ^{ya} ±8,82	50,32 ^{xab} ±15,33
Oksime metoksifenil	37,22	A	191,65 ^y ±37,68	158,52 ^{yb} ±38,42	267,91 ^{xya} ±45,60	330,28 ^{xa} ±135,57
		B	224,59 ^{xya} ±70,18	151,67 ^{yb} ±19,08	245,04 ^{xya} ±101,90	335,86 ^{xa} ±71,48
		C	248,71 ^{xya} ±40,41	183,50 ^{ybc} ±4,29	250,34 ^{xya} ±72,24	586,34 ^{xa} ±417,64
		D	226,82 ^{xa} ±34,36	256,50 ^{xa} ±61,20	327,88 ^{xa} ±128,35	226,61 ^{xa} ±28,68
		E	242,69 ^{ya} ±38,08	236,27 ^{yab} ±58,36	210,55 ^{ya} ±42,60	416,73 ^{xa} ±199,95

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p<0,05$).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p<0,05$).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

4.3.11 TPA ve eriyebilirlik analizi

Depolama sürecinin 90. gününde peynirlerde yapılan TPA ve eriyebilirlik analiz sonuçlarının PS konsantrasyonuna göre değişimi Çizelge 4.26’de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Eritme peynirlerinin 90. gün TPA ve eriyebilirlik analiz sonuçları

Örnekler	Sertlik (g)	Dış Yapışkanlık (g/s)	Elastiklik	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık(g)	Çiğnenebilirlik (g)	Esneklik	Eriyebilirlik (cm)
A	7.761,4 ^a ±1.714,99	-269,29 ^a ±168,84	0,40 ^a ±0,08	0,16 ^a ±0,04	1.299,45 ^a ±639,38	549,46 ^a ±353,09	0,02 ^a ±0,01	4,14 ^a ±0,75
B	6.847,7 ^a ±498,53	-341,47 ^a ±341,59	0,39 ^a ±0,10	0,14 ^a ±0,05	995,43 ^a ±385,63	408,20 ^a ±250,53	0,03 ^a ±0,01	3,48 ^a ±0,65
C	6.748,87 ^a ±607,68	-261,34 ^a ±160,79	0,44 ^a ±0,05	0,13 ^a ±0,02	880,78 ^a ±247,44	390,45 ^a ±154,21	0,02 ^a ±0,01	3,57 ^a ±0,15
D	6.893,24 ^a ±793,49	-215,63 ^a ±165,35	0,48 ^a ±0,10	0,15 ^a ±0,06	1.032,09 ^a ±559,37	527,05 ^a ±365,29	0,02 ^a ±0,01	3,22 ^a ±0,42
E	6.481,09 ^a ±509,70	-180,94 ^a ±22,72	0,47 ^a ±0,10	0,16 ^a ±0,04	1.025,84 ^a ±372,74	501,12 ^a ±276,76	0,02 ^a ±0,00	3,23 ^a ±0,05

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

^{xyz} Aynı satırdaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir (p<0.05).

A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir.

Örnekler, tüm TPA özellikleri açısından değerlendirildiğinde PS kullanımının TPA parametreleri üzerine etkili olmadığı saptanmıştır (P>0.05).

Sertlik (hardness) (g) bir gıdayı ilk sıkıştırma esnasından uygulanmış olan maksimum kuvvet anlamına gelmektedir (Koca, 2002). Sertlik; tuz, KM, yağ, protein değerleri ile pH değerlerinden etkilenmektedir (Cankurt ve Sağdıç, 2019; Biswas vd., 2014). Çizelge 4.25’teki sertlik değerlerinin 7761,45-6481,09 g aralığında değiştiği görülmektedir. Sertlik, D örneği hariç PS konsantrasyonu arttıkça düşme eğilimi göstermiş, ancak örneklerin sertlik değerleri açısından istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır (p>0,05). 90. gündeki pH değerleri sırasıyla A, B, C, D, E örnekleri için 5,96, 5,92, 5,88, 5,79, 5,81’dir ve sertlik değerleri pH değişim grafiği ile benzerlik göstermektedir. Cankurt ve Sağdıç (2019) BEP ile yaptıkları çalışmada pH azaldıkça sertliğin arttığını bildirmiştir. Biswass

vd. (2015) ise farklı kalsiyum ve fosfor içerikleri bulunan çedar peyniri kullanarak ürettikleri eritme peynirlerinde yaptıkları çalışmada en düşük pH'a sahip peynirlerin en düşük sertliğe sahip olduğunu tespit etmiştir. Çizelge 4.25'teki sertlik sonuçları Cankurt ve Sağdıç (2019) tarafından yapılan çalışmadan farklılık göstermekle birlikte Biswass vd. (2015) tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir.

Bu çalışmadaki peynirlerin KM'de yağ değerleri 90. günde % 47,87 ile % 50,38 aralığındadır. Koca'nın (2002) yağı azaltmış kaşar peyniri ile yaptığı çalışmada peynir sertlikleri 7,99 kg ile 51,19 kg aralığında olup yağ oranı düştükçe sertliğin arttığı tespit edilmiştir. KM'de yağ değeri artan örneklerde sertlik değeri düşüş göstermiştir. Koca (2002) kaşar peynirinde yaptığı çalışmasıyla paralellik göstermektedir. BEP ile yapılmış diğer bir çalışmada depolama sonunda sertlik değerleri 1850 g ile 3900 g arasında bildirilmiştir (Cankurt, 2015). Göncü, (2018) tarafından yapılan BEP ile yapılan çalışmada sertlik değeri depolama sonunda 3072 g ile 5161 g arasındadır. Çizelge 4.25'teki değerler her iki çalışmadan daha yüksektir. Eritme tipi peynirlerde, ürün içeriklerindeki farklı kompozisyon ve uygulanan işlemler sertlik değerlerinde farklılıklara neden olabilmektedir (Awad vd., 2004). Sertlik değerlerinde farklı çalışmalarda sonuçların değişkenliğinin yanı sıra aynı çalışmada da değişkenlikler olabildiği belirtilmektedir (Tamime vd., 2011).

Dış yapışkanlık (g/s), gıda ve gıda dışındaki yüzey arasında çekim kuvvetinin üstesinden gelmek adına gerek duyulan iştir. Bu değer birinci sıkıştırma esnasındaki negatif kuvvetin alanıdır (Koca, 2002; Antoniou vd., 2000). BEP'de protein matrisinin kompakt olması peynirde dış yapışkanlık ile ilişkilidir. Bu yapı nedeniyle peynirlerde dış yapışkanlık düşebilmektedir. Yüksek nem ve yağ değerleri düşük protein oranları yapışkanlığın artmasına neden olabilmektedir (Dimitreli ve Thomaries, 2007). Çizelge 4.25 incelendiğinde 90. gün sonundaki dış yapışkanlık değerlerinin (-341,47) ile (-180,94) g/s aralığında değiştiği görülmektedir. PS konsantrasyonu arttıkça sertlik B örneği hariç genel olarak artış göstermiş olup istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır ($p>0,05$) Awad vd. (2002) Na-polifosfat/Na-sitrat/Na-ortofosfat/Na-difosfat gibi farklı oranlarda emülsifiye edici tuzlar ile ürettiği blok eritme peynirlerini 7 °C ve 20 °C'de depoladıkları

çalışmalarında dış yapışkanlık değerlerini (-104) ve (-1409) g/s aralığında tespit etmişlerdir. Çizelge 4.25'teki değerler, Awad vd.'nin (2002) çalışması ile paralel iken, Solak'ın (2013) BEP ile yaptığı çalışmasındaki değerlerden yüksektir. Dış yapışkanlık değerlerinin KM, pH, yağ ve protein değerleriyle ve dolayısıyla enzimatik reaksiyonlarla ilişkili olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir. Yüksek dış yapışkanlık değerleri kullanılan eritme tuzu oranlarının yüksekliği ve düşük protein oranları ile ilişkilendirilebilir (Awad vd., 2002; Dimitreli ve Thomaries, 2007; Cankurt vd., 2019).

Çizelge 4.25'te görüldüğü üzere elastikiyet değerleri 0,40-0,48 arasında tespit edilmiştir. Elastiklik ürünün kendi şekline geri gelme oranıdır. Elastiklik sonuçları Cankurt vd. (2019) tarafından eritme tipi peynirdeki kontrol numunesinde tespit edilen 0,42-0,46 değerleri ve Koca ve Metin (2004) tarafından düşük yağlı kaşar peynirinde tespit edilen 0,27-0,53 aralığındaki değerler ile benzerdir. Awad vd. (2002) tarafından eritme peynirinde yapılan çalışmada tespit edilen 0,953-0,983 değerlerinden düşüktür. PS konsantrasyonu arttıkça sertlik B örneği hariç genel olarak artış eğilimi göstermiştir ancak istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Koca'nın (2002) kaşar peynirinde yağ ikame maddeleri kullanarak yaptığı çalışmada yağın azalmasına bağlı olarak ortamdaki protein yapının artması nedeniyle elastikiyetin arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmadaki artışın da genel olarak protein ve KM'de protein değerlerindeki artış ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

İç yapışkanlık, peynirin ağızda parçalanmasından önceki deformasyon derecesi olarak tanımlanmaktadır. İşlenmiş peynirler için sertlik ile birlikte öncelikli önem taşıyan bir parametredir (Tamime vd., 2011). Çizelge 4.25' e göre iç yapışkanlık değerinin 0,16-0,13 aralığında olduğu görülmektedir. Çizelge 4.25'te farklı konsantrasyonlarda PS içeren peynirlerin iç yapışkanlık değerleri, Cankurt vd.'nin (2019) BEP'de yaptığı çalışmada tespit edilen 0,73 ile 0,87 aralığındaki değerler ve Dimitreli ve Thomareis (2007) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen 0,194 ile 0,216 aralığındaki değerlerden daha düşüktür. İç yapışkanlık değerleri, konsantrasyon artışı ile önce azalma gösterirken D ve E örneklerinde diğer peynirlere göre artış görülmüştür. Yağı azaltılmış kaşar peynirlerinde yapılan bir çalışmada iç yapışkanlık değerlerinin 0,241 ile 0,375 arasında olduğu belirtilmiş

olup yağ oranı arttıkça iç yapışkanlık değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Koca, 2002). BEP'lerin KM' de yağ oranları incelendiğinde iç yapışkanlık grafiği ile benzer bir grafiğe sahip olduğu, iç yapışkanlığın KM'de yağ değeri arttıkça artış gösterdiği tespit edilmiştir. İç yapışkanlık değerlerinde PS konsantrasyonu arttıkça dalgalanma göstermiştir ($p>0,05$). Birçok çalışmada, iç yapışkanlık değerlerinde benzer dalgalanmalar olduğu ve dalgalanmaların peynirdeki mikrobiyal, enzimatik ve kimyasal reaksiyonlardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Koca, 2002; Solak, 2013; Çavuş, 2015; Esen ve ark, 2020).

Sakızımsılık değeri (SD) (gumminess) (g), bir gıdayı yutmaya hazırlamak için gereken parçalama kuvvetidir (Koca, 2002). Çizelge 4.25'te sakızımsılık değerleri 880,78-1299,45 g aralığında tespit edildiği görülmektedir. Bu değerler, Çavuş'un (2015) diyet BEP'de yaptığı çalışmasındaki değerlerden düşük iken; Solak, (2013) tarafından eritme peynirinde yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. PS konsantrasyonu en yüksek olan peynirde, PS konsantrasyonu düşük olan peynire göre daha düşük değerler ölçülmüştür. PS konsantrasyonuna bağlı değişim dalgalanma göstermiş ve istatistiksel olarak da anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Yapılan çalışmalarda SD'nin değişkenlik gösterebildiği ve diğer TPA değerlerinde olduğu gibi peynir yapısındaki mikrobiyal, kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar ile proses koşullarından etkilendiği bildirilmiştir (Solak, 2013; Çavuş, 2015).

Çiğnenebilirlik değeri (ÇD) (chewiness) (g), katı gıdanın yutulması için gerekli çiğneme kuvvetidir (Koca, 2002). Çizelge 4.25'deki bu çalışmaya ait değerler 501,12 ile 549,46 aralığındadır. Bu çalışmadaki ÇD, Dimitreli ve Thomareis (2007) tarafından BEP' de kimyasal kompozisyon ve tekstürel özellikleri incelemek adına yapılan çalışmadaki 10,15 ile 126,99 g aralığındaki ÇD' den yüksek iken, Çavuş'un (2015) BEP ile yaptığı çalışmada tespit ettiği 1575,26-3290 g aralığındaki ÇD' den yüksektir. Solak'ın (2013) lor peynir (% 30) ve teleme (% 70) kullanarak ürettiği BEP'de tespit ettiği 679,0-1249,40 g arasında değerlere yakın olduğu görülmüştür. PS konsantrasyonuna bağlı olarak ÇD'de dalgalı bir grafik gözlenmiştir ÇD'nin PS konsantrasyonuna bağlı değişimi anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). ÇD sakızımsılık ve elastiklik ile ilişkilidir (Koca ve Metin,

2004). ÇD'deki dalgalanmanın sakızimsılık ve sertlik değerine etki eden nedenlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Özkan, 2012).

Esneklik (Resilience) peynirin çiğnenirken eski halini alma derecesidir. Bu değer, birinci sıkıştırma sonunda oluşan yükseklik ile ikinci sıkıştırmaya başlama yüksekliği arasında oluşan mesafenin birbirine oranı şeklinde bildirilmiştir (Subramanian vd., 2003). Çizelge 4.25'deki değerler 0,02-0,03 olup, PS konsantrasyondan genel olarak etkilenmemiştir. Bu çalışmadaki değerlerin literatürdeki Eroğlu vd. (2015), Solak (2013), Özkan (2012), Awad vd.'nin (2002) yaptıkları çalışmalarda değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Esneklik, ürünün stabilitesini gösterir ve değer ne kadar yüksekse ürünün stabilitesi o kadar yüksektir. Stabilitate protein matrisine bağlıdır ve bu nedenle düşük esneklik değerleri düşük protein oranından kaynaklanabilmektedir (Seth ve Bajwa, 2013). Yapılan çalışmalarda eritme tuzlarının proteinler ile etkileşim miktarı ve Ca tutma yeteneklerinin peynirin TPA değerleriyle ilişkili olduğu, esnekliğin peynirde proteoliz, proteine bağlı su ve serbest yağdaki değişim gibi birçok reaksiyon sonucunda meydana gelen değişikliklerden etkilendiği bildirilmiştir (Solak, 2013; Çavuş, 2015; Seth ve Bajwa, 2013).

Erime testi, belirli bir sıcaklıkta belirli bir süre boyunca peynirin erime özelliğini vermektedir. Çizelge 4.25 incelendiğinde eriyebilirlik değerleri 4,14-3,22 cm aralığında tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki eriyebilirlik değerleri Tosun (2021) eritme peynirlerinde yapmış olduğu çalışmada tespit edilen 3,92 cm-2,35 cm aralığında eriyebilirlik değerleri ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Seth ve Bajwa'nın (2013) çalışmalarındaki eriyebilirlik değerlerinden düşük, Solak (2013) ve Özkan'ın (2012) BEP'de yaptığı çalışmalarında bulduğu değerlerden yüksektir. Eriyebilirlik değerleri bu çalışmada genel olarak PS konsantrasyonu arttıkça azalmış olmasına rağmen istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Eritilmiş peynir için yumuşama süresi, erime süresi, yumuşama sıcaklığı, erime sıcaklığı, akış hızı ve akış miktarı gibi parametreler eriyebilirlik ile belirlenir. Bu nedenle eriyebilirlik BEP'nin işlevselliğini ayrıntılı bir şekilde analiz etmek için önemli bir araçtır. BEP'de kullanılan teleme, emülsifiye edici tuzlar ve üretimde eklenen diğer bileşenlerden etkilenmektedir (Biswas vd., 2015). Lucey vd. (2003) BEP eriyebilirliği ile yalnızca yağ içeriğinin doğrudan ilişkili olmadığını;

peynirdeki protein ve nem içeriğinin de önemli rol oynadığını bildirmiştir. BEP’de eriyebilirlik, kazein ve serum proteinleri, kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) içeriği, kalıntı laktoz ve pH vb. nedeniyle önemli ölçüde etkilenmektedir (Biswas vd., 2015). Üretim protokolündeki küçük değişiklikler bile nihai fonksiyonel özellikleri etkileyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada eritme tuzu kullanım oranı % 0,5’ten % 3’e çıkarıldığında eriyebilirliğin düştüğü tespit edilmiştir (Seth ve Bajwa, 2013). Yüksek pH içeren peynirler ilave edilerek üretilen BEP’lerde eriyebilirlik düşüktür. Koloidal fazdaki Ca seviyesinin düşürülmesi, eriyebilirlik fonksiyonelliğini arttırmaktadır. Çünkü, Ca ve P, peynir üretiminde pıhtılaşma sırasında kazein miselleri içinde/arasında birlikte hareket ederek çapraz bağlar oluşturur ve bu da eriyebilirliği azaltır (Biswas vd., 2015). Yapılan bir çalışmada yağ ikame maddesi içermeyen düşük yağlı peynirin, tam yağlı peynirden önemli ölçüde daha sert, daha elastik, daha yapışkan ve daha çiğnenebilir olduğu ayrıca daha zayıf erime kabiliyetine, daha düşük görünüşe, dokuya, tada ve genel kabul edilebilirlik puanlarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Koca ve Metin, 2004).

4.3.12 Duyusal analiz sonuçları

90. günde BEP’de yapılan duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.26’de verilmiştir. Farklı PS konsantrasyonundaki görüntü, doku, lezzet ve tüm izlenim kriterlerine göre peynirlere verilen puanlar çizelgede mevcuttur.

Çizelge 4.26 90. gün duyusal analiz sonuçları

Duyusal Değerlendirme Sonuçları	Görüntü	Doku	Lezzet	Tüm izlenim
A	4,55 ^a ±0,35	4,25 ^a ±0,07	3,97 ^a ±0,30	3,87 ^a ±0,10
B	4,50 ^a ±0,42	4,50 ^a ±0,28	4,10 ^a ±0,28	3,95 ^a ±0,07
C	4,50 ^a ±0,28	4,60 ^a ±0,28	4,10 ^a ±0,14	3,55 ^a ±0,16
D	4,65 ^a ±0,35	4,70 ^a ±0,00	4,30 ^a ±0,14	4,20 ^a ±0,14
E	4,50 ^a ±0,14	4,60 ^a ±0,14	4,05 ^a ±0,21	3,95 ^a ±0,07

^{abc} Aynı sütundaki ortalama değerlerin istatistiksel farklılıkları farklı harflerle belirtilmiştir ($p < 0.05$). A, kontrol grubu; B, C, D, E sırasıyla 200, 400, 600, 800 ppm PS içeren BEP ifade etmektedir

Çizelge 4.26'daki 90. güne ait BEP'de duyuşal değerlendirme sonuçlarına bakıldığında görüntü 4,50 ile 4,65 aralığında, doku 4,25 ile 4,70 aralığında, lezzet değeri 3,95 ile 4,35 aralığında, genel değerlendirme 3,50 ile 4,20 aralığında olduğu görölmektedir.

Genel olarak peynirin görüntüsünün PS konsantrasyonundan etkilenmediğı görölmekle birlikte ($p > 0,05$) sonuçlar, Cankurt vd.'nin (2019) diyet blok eritme peynirinde yaptığı çalışma sonucu ile uyumludur. Ayrıca Cucu vd. (2015) tarafından % 0,05 PS ilaveli, % 0,1 PS ilaveli ve % 0,2 PS ilaveli tulum peynirlerinden yapılan çalışmada da duyuşal analizde tüm örnekler görsel açıdan tam puan almışlardır. PS ilavesi ile yapı bakımından farklar tespit edilmiş olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Cucu vd., 2015).

Lezzet değeri incelenğinde en yüksek puan D örneğinde tespit edilmiştir. A örneğine göre tüm örneklerin lezzetinin daha yüksek puan almış olduğu ve E örneğı hariç PS konsantrasyonu arttıkça lezzetin daha yüksek puan aldığı görölmüştür ($p > 0,05$). Babacan ve Özdemir, (2018) tarafından kaşarda yapılan çalışmadaki sonuçlar, bu çalışmadaki sonuçları desteklemektedir. Yapılan bir başka çalışmada Mozzarella peynirlerinin PS'ye daldırılması sonucu taze peynirlerde hafif acı bir lezzet algılanmıştır. Çalışma sonucunda *Penicilium spp.* ile kontamine olmayan kontrol örneklerinde uzun süreli depolama sonucunda, *Penicilium spp.* ile kontamine olmuş peynirlerde ise 7-8 haftalık depolama sonrasında hafif bir maya kokusu ve küflü bir tat belirlediğı tespit edilmiştir. Depolama süreci uzadıkça bu kokunun da arttığı bildirilmiştir (Aly 1996). Karaman ve Akbulut (2006) kaşar peynirinin raf ömrünün arttırılmasına yönelik yaptıkları çalışmada, % 5, % 10 PS ile vakum ambalaj ve vaks kombinasyonu kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinde duyuşal olarak önemli ölçüde farklılıklar olduğu belirtilmiştir. PS ilaveli ve vakum ambalajlı peynirlerin duyuşal anlamda kabul edilebilir tat ve lezzet özellikte olduğu ve değerlendirmenin PS konsantrasyon farklılığından etkilenmediğı bildirilmiştir.

D örneğinin doku puanları panelistler tarafından E örneğinden yüksek değerlendirilmiştir. Genel olarak doku değerlendirme puanları PS konsantrasyonu arttıkça E örneği hariç artış göstermiştir ($p>0,05$). C ve E örneğinin dokusal olarak farklılık içermediği ve D örneğinden daha düşük değerlendirme puanlarına sahip olduğu panelistler tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar, Babacan ve Özdemir (2018) tarafından yapılan, % 5 PS'nin kuru tuzlama ve haşlama suyuna ilave edildiği peynirlerde, PS eklenmemiş olan peynirlerden daha yüksek doku ve lezzet puanlarına sahip olduğunun bildirildiği çalışma ile paraleldir. Depolama esnasında devam eden kimyasal ve fiziksel reaksiyonlar peynirin yapısını bozarak kötü koku oluşumuna neden olmakta ve bu durumun duyusal kaliteyi etkilediği bilinmektedir (Solak, 2013).

90. gün depolama sonrası genel olarak peynirlerin ortalama değer üzerinde puan aldığı görülmektedir. PS konsantrasyonunun peynirlerin genel kabul edilebilirliğini olumsuz etkilemediği aksine C örneği hariç genel olarak arttırdığı görülmektedir ($p>0,05$). Lezzet değerlendirmesi dokusal değerlendirme ile paralellik göstermektedir.

Peynirlerin tüm izlenim açısından değerlendirilmesi ile en yüksek puanı D örneği almıştır. PS eklenmesi ile bozulmalar önlendiği için duyusal kabul edilebilirlik sağlanmıştır. Buna rağmen en yüksek PS konsantrasyonunda genel kabul edilebilirliğin düşmesi, PS'nin peynirdeki bozulmaları kontrol etmesi nedeniyle duyusal özelliklere olumlu katkı sağlamasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda istenmeyen tat ve kokuya sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Blok eritme peyniri üretiminde üretim aşamalarının (termizasyon, pıhtılatırma, eritme ve dinlendirme) ve telemeye farklı oranlarda (200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm) potasyum sorbat (PS) ilavesinin kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca depolama süresince PS konsatrasyon farkının peynirin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri ortaya konmuştur.

Termizasyon işlemi (65 °C’de 31 s) ile çiğ sütte pH değeri 6,71’den 6,56’ya düşmüştür. Ancak bu işlemin bileşim üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Çiğ sütte TAMB sayısı, Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği’ndeki (2022) maksimum 5 log kob/ml limiti üzerindedir. Termizasyon işlemi ile bu sayıda 0,5 log kob/ml kadar azalma ($p>0,05$) tespit edilmesine karşın hala oldukça yüksektir. Bu işlemin en önemli etkisi küfler üzerine saptanmış ve küf sayısı tespit edilebilir limit altına düşmüştür. Maya, koliform bakteri sayısında yaklaşık 2 logaritmik birim, *E. coli* sayısında yaklaşık 1 logaritmik birim azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). *S. aureus* sayısında yaklaşık 0,75 logaritmik birim düşüş tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu sayılar, *E. coli* ve *S. aureus* sayısında inhibisyon için termizasyonun etkin bir proses olmadığını ortaya koymuştur.

Termizasyon işlemi ile tespit edilebilir limit altına düşen küflerin, eritme işlemi öncesi kontrol örneğinin telemesinde 2,58 log kob/g tespit edilmiştir. Bu durum, eritme işlemi öncesinde yapılan işlemler (pıhtılaştırma, süzme, fermentasyon) aşamalarında küf bulaşının olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir. *E. coli*, koliform, *S. aureus*, maya sayılarında da artış gözlenmekle birlikte, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Eritme işleminden sonra peynir hamurunda pH değeri, telemeye göre artış göstermiştir ($p<0,05$). Bu artışa eritme tuzu ilavesinin neden olduğu düşünülmektedir. Eritme işlemi esnasında oluşan kayıplar nedeniyle KM, yağ ve KM’de yağ değerlerinde ise azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). Böylece eritme işleminin kimyasal özellikler üzerinde etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu

azalmanın eritme işleminin yapıldığı makinede oluşan sızıntı suyun neden olduğu düşünülmektedir.

Eritme işleminde farklı PS içeren peynir hamurlarında PS artışı ile peynir hamurunun pH değeri azalmıştır. Ancak bu azalış, her bir örnek için teleme pH'sı ile oransal olduğu için teknolojik olarak anlamlı bulunmamıştır. KM ve yağ açısından da önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Eritme işlemi (72 °C'de 20 dk) peynir hamurunda maya, küf, *E. coli* ve koliform bakteri sayısını tespit seviyesin altına düşürürken, TAMB ve *S. aureus* sayısında yaklaşık 2 logaritmik birim azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç, eritme işleminin mikrobiyal anlamda etkin bir işlem olduğunu göstermiştir.

Eritme işlemi ile PS kullanım ilişkisi değerlendirildiğinde, PS konsantrasyonu arttıkça TMAB sayısında düşüş tespit edilmiş, ancak bu azalam 0,1-0,2 log düzeyinde oldukça sınırlı düzeyde olmuştur. Eritme işlemi ile maya, küf, *E. coli* ve koliform bakteriler tespit seviyesinin altına düştüğü için, PS ilavesinin bu aşamada etkisinin olup olmadığı tam olarak değerlendirilememiştir. Ayrıca, *S. aureus* sayıları, eritme işlemi sonrasında PS ilavesi ile konsantrasyondan bağımsız olarak az düzeyde değişiklik göstermiş olmasına rağmen, bu değişim anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Peynirlerin soğutulduğu, sarartıldığı ve yüzey kurumasının sağlandığı dinlendirme aşamasında mikrobiyal anlamda önemli değişimler olmamıştır. Bu durum işletmede bu aşamanın mikrobiyal kontrolünün iyi yapıldığının bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, PS ilave edilen örneklerde TMAB ve *S. aureus* sayıları kontrole göre düşme eğiliminde olmakla birlikte, bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ve doz bazında da dalgalanma saptanmıştır. Bu aşamada pH değerinde azalma, KM değeri ise artma tespit edilmiş olmakla birlikte, bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Depolama boyunca PS konsantrasyonları arttıkça pH değeri genel olarak düştüğü tespit edilmekle birlikte, bu düşüşün teleme başlangıç pH'sı ile oransal olduğu dikkate alındığında, teknolojik olarak anlamlı bulunmamıştır. Depolamanın

90. Gününde 0,2-0,3 düzeyinde pH değerlerinde artış görülmüştür. Bu artış, depolama boyunca örneklerdeki maya ve küflerin ortamdaki asitleri metabolize ederek amonyak üretmeleri ve aminoasitlerin deaminasyonu sonucu ortamın asitliğinin düşmesi ile açıklanabilir.

Depolama boyunca KM değerleri, % 52,73 ile % 55,58 aralığındadır. Depolama sürecinde kontrol örneğinin KM değerleri PS ilave edilmiş örneklerle göre düşük bulunmuştur. PS konsantrasyonu arttıkça KM değerlerinde artış saptanmıştır ($P<0.05$). Bu değişim, örneklerin başlangıç KM değerleri ile uyum içinde olması ve depolama boyunca kabul edilebilir düzeyde artışlar tespit edilmiş olması nedeniyle teknolojik açıdan önemli bulunmamıştır.

Depolama boyunca örneklerin bileşim değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür. Bu dalgalanma, PS konsantrasyonu ile tam olarak ilişkilendirilememiştir.

Depolama boyunca peynir örneklerinin TAMB sayıları 2,13 ile 4,50 log kob/g aralığında değişmiştir. Genel olarak, depolama boyunca en yüksek TAMB sayısı kontrol örneklerinde peynirlerinde tespit edilmiştir. 0. günde PS oranının TAMB sayısında bir etkisi olmamakla birlikte, depolama süresi ilerledikçe PS miktarı arttıkça TAMB sayısı azalmıştır ($p<0,05$). TAMB sayısı 30. günde düşüş, 60. ve 90. gün artış göstermiştir ($p<0,05$). Depolama sürecinin sonunda, başlangıca göre kontrol, 200 ppm ve 400 ppm PS içeren BEP örneklerinde 1'er logaritmik birimden fazla artış tespit edilirken, 600 ppm ve 800 ppm PS içeren BEP örneklerinde 1 logaritmik birimden daha az artış tespit edilmiştir. Bu artışın ortamdaki PS'nin mikroorganizmalar tarafından metabolize edilmiş olması, ortamdaki bakterilerin PS'ye direnç kazanması ya da PS'ye hassas mikroorganizmaların inhibe olması nedeniyle ortamda canlı kalan hakim mikroorganizmalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Depolama başlangıcında tespit limitin altında olan maya sayısı, bütün örneklerde depolama süresince artmasına rağmen, kontrol örneğinin maya sayıları PS içeren BEP örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. 60. gün 600 ppm PS içeren BEP örneği hariç genel olarak depolama boyunca en düşük maya sayısı 800

ppm PS içeren BEP örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Dolayısıyla maya sayıları PS ilavesinden etkilenmiştir. Aynı zamanda eklenen PS konsantrasyonu arttıkça maya sayısı düşmüştür ($p<0,05$). Her bir BEP örneğinin depolama sürecindeki maya sayıları incelendiğinde depolama boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). 30 ve 60. gün artış miktarı 90. güne göre daha yüksektir. Bazı maya türlerinin potasyum sorbata karşı direnç gösterdiği bilinmektedir.

Depolama başlangıcında tespit seviyesinin altında olan küf sayısı, depolama boyunca 1-2 log kob/g düzeyinde seyretmiştir. Depolama boyunca kontrol BEP örneklerinde PS ilave edilmiş BEP örneklerine göre daha yüksek küf sayılmıştır. PS konsantrasyonu artışıyla küf sayıları doğrusal olarak azalma göstermemiştir. Küfler eritme işlemi sonrasında tespit edilebilir limit altında olmalarına rağmen, PS eklenmiş BEP örneklerinde depolama boyunca varlıklarını sürdürebilmişlerdir. Bazı küf türlerinin potasyum sorbata karşı direnç oluşturduğu bilinmektedir.

Depolama boyunca tüm örneklerde *E. coli* ve koliform bakteri sayıları tespit edilebilir limit altında (<1 log kob/g) olduğu saptanmıştır. Kontrol örneklerinde tespit edilemediği için, PS ilavesi ile ilişkilendirilememiştir.

S. aureus sayılarında depolama başlangıcı hariç farklı PS konsantrasyonlu BEP örneklerinde kontrol örneklerine göre daha düşük tespit edilmesine karşın, bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yine de PS'nin *S. aureus* üzerinde baskılayıcı etkisi olabileceğini düşündürmüştür.

Uçucu bileşen analizi sonucunda 80 farklı bileşik tespit edilmiş olup, PS eklenen BEP örneklerinde bazı farklılıklar görünmesine rağmen, depolamanın uçucu bileşenleri etkileyen en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir. Alkol, ester, keton, aldehitler en çok sayıda bileşik elde edilen uçucu bileşenlerdir. Depolama boyunca kontrol örneklerinin hiçbirinde 1-3 pentadien tespit edilmemiştir. Ancak PS ilave edilen örneklerde ise düzensiz bir 1-3 pentadien oluşumu saptanmıştır. Bu durum, sektörün tahmin edilemez şekilde 1-3 pentadien varlığı ile ortaya çıkan petrol kokusunu açıklamaktadır. Üretimde bazı örneklerin PS'ye dirençli maya ve küfler ile kontamine olmasından, bazılarında ise olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sorbik asit depolama boyunca örneklerin tümünde tespit edilmiş

olup, peynire eklenen PS miktarı arttıkça genel olarak artış göstermiştir ($p<0,05$). Depolama sürecinde ise azalmıştır. Kontrol ve 800 ppm PS içeren BEP örneklerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Kontrol grubu BEP örneklerine PS ilave edilmemiş olmasına rağmen sorbik asit tespit edilmiştir. 72 °C uygulanan eritme işlemi ile meydana gelebilecek süblimleşme sonucu PS'nin ortamdan veya ekipmanlardan kaynaklanan bulaşmasının bu tespiti neden olduğu düşünülmektedir.

PS ilavesinin ve farklı konsantrasyonunun BEP örneklerinin 90. gün TPA özellikleri, dokusal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Bu çalışmada, blok tip eritme peyniri üretiminde çiğ süt mikrobiyal kalitesi kötü olmasına karşın, eritme işleminin mikrobiyal anlamda önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. Ancak, pıhtı işleme aşamalarının mikrobiyal bulaşmalara açık olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, üretimde kullanılan alet, ekipmanın hijyen ve sanitasyonu ile ortam yükünün ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Üretim işlemlerinden kaynaklanabilecek kontaminasyon riskinin azaltılması adına bu çalışma ile ortamın mikrobiyolojik şartlarının detaylı araştırılması sağlanmalıdır. Böylece peynir kalitesinin korunabilmesi için uygulanan proseslere yön vermek daha mümkün olabilecektir.

Proses basamakları ve kullanılan çiğ sütün özelliklerinin yanı sıra peynir imalatında kullanılan diğer hammaddelerin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri, BEP'in son ürün kalitesi üzerinde oldukça önem taşıdığı birçok çalışmada da bildirilmiştir. Bu nedenle kullanılan hammadde ve yardımcı malzeme kalitelerinin korunması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle taşıma ve depolama koşulları ve bu koşullardaki hijyen-sanitasyonun sağlanmasının bir gerekliliktir.

Bu çalışmada PS telemeye ilave edilmiştir. Ancak, farklı yöntemler ile PS uygulaması farklılıklar yaratabilecektir. Potasyum sorbat kullanımı mikrobiyolojik açıdan kısmen baskılayıcı bir etkisi göstermiş olup tam bir çözüm de üretememiştir. 400 ppm ve üzeri potasyum sorbat kullanımlarının mikrobiyolojik etkinlik anlamında önemli bir fark yaratmadığı görülmüştür. Bu nedenle PS etkileri değerlendirilirken yöntem farklılığının dikkate alınması önem arz etmektedir.

Mayalar, depolama boyunca, PS eklenmiş olmasına rağmen artmıştır. Yapılan çalışmalarda PS ilave edilen peynirlerde dirençli maya ve küflerin üremesinin peynirde istenmeyen lezzet bileşenlerinin olduğu dillendirilmiştir. Bu çalışmada da literatür ile benzer şekilde, uçucu bileşen analizinde istenmeyen lezzet bileşenleri tespit edilmiştir. Bu nedenle, BEP’de farklı PS konsantrasyonlarının maya ve küfler üzerindeki etkilerini ve istenmeyen lezzet bileşenlerinin oluşumunu araştıran çalışmalara ihtiyaç vardır. *S. aureus* bakterisi PS ilavesinden daha çok eritme işleminden etkilenmiştir. Bu nedenle farklı sıcaklık ve sürelerde eritme işleminin *S. aureus* üzerine inhibisyon etkisi ve blok eritme peyniri özelliklerine etkileri hakkında yapılacak yeni çalışmalar hammadde kalitesinin iyileştirilmesinde yol gösterici olacaktır.



EKLER

Ek çizelge.1 Panelistlere duyuşal değerdendirme için verilen ön bilgilendirme formu (Koca, 2002)

TAM YAĞLI BLOK ERİTME PEYNİRİ KALİTE KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
GÖRÜNTÜ	
5 PUAN:	Düzgün ve pürüzsüz görünümlü, lekesiz, parlak, saman sarısı rengine, renk görünümlü homojen,
4 PUAN :	Düzgün ve hafif pürüzlü görünümlü, lekesiz, hafif mat sarı, sarılıkta hafif artma veya azalma, renk görünümlü homojen dağılımı,
3 PUAN:	Düzgün olmayan, pürüzlü görünümde, az sayıda lekeli, hafif çatlak ve gözenekli, sarılıkta artma veya azalma, homojen olmayan renk görünümlü,
2 PUAN	Düzgün olmayan ve pürüzlü görünümde, lekeli, çok sayıda gözenek ve çatlak içeren, açık kahverengi renk ve farklı renk unsurları
1 PUAN	Düzgün olmayan, çok pürüzlü görünümde, çok lekeli, aşırı derecede gözenekli veya çatlak içeren, rengi kahverengi ve kabul edilemeyecek renk unsurları (yeşil, kırmızı vb.)
DOKU	
5 PUAN:	Blok eritme peynirine özgü sertlikte olan, ağızda sışışmayan, kırılğan olmayan hafif elastik,
4 PUAN :	Kabul edilebilir sertlikte; ağızda sışışmayan; kırılğan olmayan; hafif elastik; hafif sert; hafif yumuşak,
3 PUAN :	Sert veya yumuşak, ağızda hafif sışışan; hafif kırılğan; elastik; hafif kumluluk
2 PUAN	Belirgin sert veya yumuşak yapıda, ağızda sışışan; belirgin derecede lastiğimsi; kırılğan; kumluluk; hafif kremsi
1 PUAN	Ekmeğē sürülebilecek kadar yumuşak ya da bıçakla güçlükle kesilebilecek derecede sert olan; ağızda aşırı sışışan; aşırı kumlu; aşırı pütürlü; aşırı kremsi
LEZZET	
5 PUAN:	Kendine özgü tipik eritme tipi tost peyniri lezzetinde ve tuzlulukta
4 PUAN :	Kendine özgü lezzeti olan fakat hafif tuzlu, hafif yavan, hafif ekşimsi
3 PUAN :	Tuzlu, ekşi veya hafif okside lezzet; yavan, hafif acımsı veya yabancı lezzet, hafif krem peynir benzeri lezzet
2 PUAN	Belirgin ekşimsi ya da acımsı lezzette; okside lezzet; yabancı lezzet, krem peynir benzeri lezzet
1 PUAN	Aşırı derecede ekşimsi veya yavan veya yabancı lezzet, aşırı okside veya acı lezzet, kabul edilemez tuzluluk, çok belirgin krem peynir lezzeti,
TÜM İZLENİM	
Kesinlikle katılıyorum (çok iyi)	- 5 puan
Katılıyorum (iyi)	- 4 puan
Kararsızım (orta)	- 3 puan
Katılmıyorum (kötü)	- 2 puan
Kesinlikle katılmıyorum (çok kötü)	- 1 puan
Yabancı lezzetleri not ediniz :	

EKLER (devam)

Ek çizelge.2 Blok eritme peynirinin duyuusal değerlendirme formu (Koca, 2002)

Katılımcı panetlist adı :

Ürün kodu:

Tarih:

Sunulan peynir örnekleri üzerinde kodlar mevcuttur. İlgili kodları formun ürün kodu kısmında kaydediniz. Aşağıdaki kriterlere göre peynirleri değerlendirerek puanlama yapınız. Puanları her bir ana değerlendirme bölümüne işaretleyiniz. Düşük puan vermeniz durumunda kusur olduğunu düşündüğünüz kısmı işaretleyiniz.

**Her bir kalite kriteri 1-5 puan arasında değerlendirilmiştir.*

[illegible]

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akarca, G., ve Tomar, O.,** 2019, Investigation of some physicochemical and microbiological quality parameters of toast cheese sold retail in Afyonkarahisar Province, Kocatepe Veterinary Journal, 12(3), 235-241s.
- Akın, N.,** 2004., Peynir kalitesine etki eden bazı faktörler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Akademik Gıda. Konya, (2), 15-18s.
- Akyüz, D., ve Koca, A.,** 2019, An electrochemical sensor for the detection of pesticides based on the hybrid of manganese phthalocyanine and polyaniline. Sensors and Actuators B: Chemical, 283, 848-856p.
- Alan, S., ve Öksüztepe, G.,** 2020, Gıda katkı maddeleri ve süt endüstrisinde kullanılan antimikrobiyaller. Bozok Veterinary Sciences, 1(1-2), 44-50p.
- Albay, Z. İşliyen, T., Yıldırım, Y., Şimşek, B.,** 2021, Blok tip eritme peynirinden üretilen peynir cipslerinin bazı özellikleri, Akademik Gıda 19(2) (2021) 177-184p.
- Alperden, İ.,** 1993, Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi, 124, Gebze
- Alper, İ.,** 2012, Eritme Peynirinde Farklı Baharat İlavesinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* Üzerine İnhibasyon Etkisi, Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aly, M.E.,** 1996, Prolongation of the keeping quality of Mozzarella cheese by treatment with sorbate, Nahrung-Food, 40 (4), 194-200p.
- Anar, Hijyeni, B., Ş., Soyutemiz, E., ve Çetinkaya, F.,** 1999, Örgü peynirinin üretim aşamalarında görülen bazı mikrobiyolojik ve kimyasal değişimler.
- Andıç S., Tunçtürk, Y., Gençcelep, H.,** 2010, Dondurarak depolama ve vakum ambalajlamanın motal peynirinde lipoliz ve organik asit değişimi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:22-3 Gıda (2010) 35 (6): 423-430s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Antoniou, K.D., Petridis, D., Raphaelides, S., Omar, Z.B., and Kesteloot, R.,** 2000, Texture assessment of French cheeses. Journal of food science, 65(1), 168-172p.
- AOAC International,** 2007, Official Methods of Analysis, 19th ed, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Apra, E., Romanzin, A., Corazzin, M., Favotto, S., Betta, E., Gasperi, F., and Bovolenta, S.,** 2016, Effects of grazing cow diet on volatile compounds as well as physicochemical and sensory characteristics of 12-month-ripened Montasio cheese, Journal of Dairy Science, 99(8), 6180-6190p.
- Armutak, Y., ve Bayındırlı, A.,** 1995, Gıdalarda Raf ömrü Belirleme Yöntemleri, Gıda 20 (4), Ankara, 205-208p.
- Arslan, S., Eyi, A., ve Özdemir, F.,** 2011, Spoilage potentials and antimicrobial resistance of *Pseudomonas* spp. isolated from cheeses. Journal of dairy science, 94(12), 5851-5856p.
- Atabey, C.,** 2011, Piyasada satışa sunulan peynirlerden elde edilen jenerik *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* suşlarının antibiyotik dirençliliklerinin belirlenerek, mastitis kontrol ve tedavi programlarında kullanılan antibiyotiklerle ilişkisinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Aydın,
- Ateş, F.,** 2020, Farklı bileşenler içeren yenilebilir film ve kaplamaların mikrobiyal inaktivasyona etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Ayana, B., ve Turhan, K. N.,** 2009, Use of antimicrobial methylcellulose films to control *Staphylococcus aureus* during storage of Kasar cheese, Packaging Technology and Science: An International Journal, 22(8), 461-469p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Awad, R.A., Abdel-Hamid, L.B., El-Shabrawy, S.A., and Singh, R.K.,** 2002, Texture and microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures, LWT-Food Science and Technology, 35(1), 54-61p.
- Awad, R.A., Abdel-Hamid, B., El-Shabrawy, S.A. and Singh R.K.,** 2004, Pyhsical and sensory properties of block processed cheese with Formulated emulsifying salt mixtures, International journal of food properties,7, Egypt, 429-448p.
- Awaad, S. S., Moawad, A. A., Sallam, S., and Abdel-Salam, A. B.,** 2022, Effect of Some Improving Processing Techniques on the Microbiological and Sensory Quality of Domiati Cheese, Egyptian Journal of Chemistry, Cairo
- Babacan, A.,** 2012, Farklı tuzlama yöntemlerinin ve sorbat uygulamasının kaşar peyniri kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 113s.
- Babacan, A., ve Özdemir, S.,** 2018, The effect of sorbate on microbiological, sensory properties and ripening parameters of kashar cheese, Food and Health, 4(3), 147-158p.
- Badem, A.,** 2015, Rennet kazeinin kaşar peynirinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal kalite niteliklerine etkisi, Doktora Tezi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.
- Baldissera, A.C., De Dea Lindner, J., Motta, G.E., Dos Santos, N.N.O., Galvão, A.C., and Robazza, W.D.S.,** 2021, Evaluation of the combined effect of temperature and potassium sorbate on physicochemical and microbial quality of modified atmosphere packaged sliced Mozzarella cheese, Journal of Food Processing and Preservation, 45(2), e15136p.
- Bertuzzi, A. S., McSweeney, P.L.H., Rea, M. C., and Kilcawley, K. N.,** 2018, Detection of volatile compounds of cheese and their contribution to the flavor profile of surface-ripened cheese, Comprehensive Reviewsin Food Science and Food Safety, Institute of Food Technologists, 17(2), 371-390p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Biswas, A.C., Muthukumarappan, K., Marella, C., and Metzger, L.E.,** 2015, Understanding the role of natural cheese calcium and phosphorous content, residual lactose and saltin- moisture content on block-type processed cheese functional properties: Cheese hardness and flowability/meltability, International Journal of Dairy Technology, 68(1), 44-54p.
- Bintsis, T.,** 2021, Yeasts in different types of cheese. AIMS microbiology, 7(4), 447p.
- Boğa, A., ve Binokay, S.,** 2010, Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 19 (3), 141-154s.
- Boran, O.S.,** 2012, Yağı azaltılmış eritme peyniri üretiminde inülin kullanımıyla peynirin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Brocklehurst, T.F., and Lund, B.M.,** 1988, The effect of pH on the initiation of growth of cottage cheese spoilage bacteria, International Journal of Food Microbiology, 6(1), 43-49s.
- Bulat, T., Topçu, A.,** 2020, Oxidation-Reduction Potential of UF White Cheese: Impact on Organic Asits, Volatile Compounds and Sensorial Properties, Lwt- Food Science and Technology, 131, 1-22s
- Cankurt, H.,** 2015, Bazı bitki aromatik su ve uçucu yağlarının blok tip eritme peyniri ve beyaz peynirin çeşitli özellikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Cankurt, H., Yüksel, R. ve Yetim, H.,** 2019, Diyet blok tip eritme peyniri üretiminde yumurta kullanım olanaklarının araştırılması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15, Türkiye, 579-590s.
- Cankurt, H., Sağdıç, O.,** 2019, Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ekstraktlarının ve Uçucu Yağlarının Model Gıda Olarak Blok Tip Eritme Peynirinde *Clostridium tyrobutyricum* ve Toplam Maya-Küf Sayıları Üzerine Etkisi, Gıda ve Yem Bilimi Teknoloji Dergisi, 21, 40-52s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cogan, T.M., and Beresford, T.P.,** 2002, Microbiology of hard cheese. Dairy Microbiology Handbook: the microbiology of milk and milk products, (Ed. 3), 515-560p.
- Collins, E.B., and H.H., Moustafa.,** 1969, Sensory and shelf-life evaluations of cottage cheese treated with potassium sorbate, J. Dairy Sci, 52, America, 439-442p.
- Cucu, K.A., Yavuz, M., ve Demir, D.H.,** 2015, Quantitative determination of the heavy metals (lead, zinc and manganese) in white cheese produced in ergene basin by using atomic absorption spectrophotometry, Marmara Pharmaceutical Journal, 19(3), 181-185p.
- Çavuş, M.,** 2015, Blok tip eritme peyniri üretiminde tavuk yumurtası kullanımının peynirin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 118s.
- Çelik, H.,** 2008, Gıda Güvenliği ve Hijyen. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Derneği.
- Çolakoğlu, G., ve Erkol, G.,** 2018, Erzincan tulum peynirlerinden izole edilen fungal türler, Mantar Dergisi, 9(2), 148-154s.
- Dahmann, C.,** 2008, Drosophila Methods And Protocols, Humana Press, 1-432p.
- Dasgupta, A. R., and Hull, R. R.,** 1989, Late blowing of Swiss cheese. Incidence of Clostridium tyrobutyricum in manufacturing milk, Australian Journal of Dairy Technology, 44, 82–87p.
- Davidson, P. M., Sofos, J. N., ve Branen, A. L.,** 2005, Antimicrobials in food, CRC press.
- Deeth, H. C., and Lewis, M. J.,** 2017, High temperature processing of milk and milk products, John Wiley & Sons.
- Demir, P., Öksüztepe, G., İncili, G. K., & İlhak, O. İ.,** 2017, Vakum paketlenmiş Şavak tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 23(1), 23-30s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Demircan, B., & Ocak, Ö. Ö.**, 2019, Gıda katkı maddelerinin yenilebilir film ve kaplamalar kullanılarak taşınmasının günümüzde ve gelecekteki uygulama potansiyeli. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(2), 130-150s.
- Demirci, M. ve Gündüz, H.H.**, 1994, Süt Teknoloğünün El Kitabı. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul: Hasad Yayıncılık, 184s.
- de Nijs, M., Mulder, P. P., Klijnsma, M. D., Driehuis, F., and Hoogenboom, R. L.**, 2017, Fate of pyrrolizidine alkaloids during processing of milk of cows treated with ragwort. Food Additives & Contaminants: Part A, 34(12), 2212-2219p.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., Bockstal, A., and Debevere, J.**, 2000, Study on antimicrobial activity of aq food packaging material containing potassium sorbate. Acta Alimentaria, 29(2), 137-146p.
- Dinçoğlu, H.A.**, 2005, Sorbik Asit ve Tuzlarının Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanımı, Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Besin Hijyeni, Şanlıurfa,
- Dimitreli, G., and Thomareis, A. S.**, 2007, Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity, Journal of Food Engineering, 79(4), 1364–1373p.
- D'Mello, J.P.F., Macdonald, A.M.C., Postel, D., and Hunter, E.A.**, (1997). 3-Acetyl deoxynivalenol production in a strain of *Fusarium culmorum* insensitive to the fungicide difenoconazole, Mycotoxin research, 13(2), 73-80p.
- Doruk, İ.**, 2018, Farklı Proses Tekniklerinin Eritme Peyniri Yapımında Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 104s.
- Dumont, J.P., Delespaul, G., Miquot, B., and Adda, J.**, 1977, Influence des bactéries psychrotrophs sur les qualités organoleptiques de fromages à pâte molle. Lait, 57, 619–630p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- EFSA, 2020, Schrenk, D., Bodin, L., Chipman, J. K., del Mazo, J., Grasl-Kraupp, B., and Bignami, M.,** Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) Risk assessment of ochratoxin A in food. EFSA journal, 18(5), 6113.
- Engel, G., and Teuber, M.,** 1991, Heat resistance of ascospores of *Byssoschlamys nivea* in milk and cream. International Journal of Food Microbiology, 12, 225–233p.
- Eralp, M.,** 1974, Peynir teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 533, 331.
- Eroğlu, A., Doğan, M., Toker, O.S., ve Yılmaz, M.T.,** 2015, Classification of kashar cheeses based on their chemical, color and instrumental textural characteristics using principal component and hierarchical cluster analysis. International Journal of Food Properties, 18(4), 909-921p.
- Eroğlu, A., Toker, O.S., ve Doğan, M.,** 2016, Changes in the texture, physicochemical properties and volatile compound profiles of fresh kashar cheese (<90 days) during ripening. International Journal of Dairy Technology, 69(2), 243-253p.
- Erol, İ.,** 2007, Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Birinci Baskı, Ankara, Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti.
- Esen, B.N., Güneşer, O., ve Akyüz, S.,** 2020, Bitkisel ve süt bazlı protein kaynaklarından üretilen analog peynirlerin fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri ile aroma profilleri değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(7), 1214-1222s.
- Farkye, N.Y., and Vedamuthu, E.R.,** 2002, Microbiology of soft cheeses. Dairy Microbiology Handbook. The Microbiology of Milk and Milk Products, 479-513p.
- FDA, 1975,** Gras Substances (SCOGS) database, report number 57
- Giffel, M. T., Wagendorp, A., Herrewegh, A., and Driehuis, F.** 2002, Bacterial spores in silage and raw milk. Antonie van Leeuwenhoek, 81, 625-630p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Girgis, E.S., El-Koussy, L.A., Amer, S.N., and Ewais, S.M.,** 1983, Effect of the type of starter culture on the properties of low fat baby edam cheese during ripening, II. Ripening progress, Egyptian journal of food science, 45-53p.
- Giudici, P., Masini, G., and Caggia, C.,** 1996, The role of galactose fermenting yeast in plain yogurt spoilage. Annali di Microbiologia Ed Enzimologia, 46, 11–19p.
- Göncü, B.,** 2018, Bazı baharat çeşitlerinin dilimlenebilir eritme peyniri üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması, Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa
- Gönç, S., ve Dinkçi, N.,** 2006, Klasik Kaşar Peyniri ve Eritme Tuzları Kullanılarak Yapılan Kaşar Benzeri Peynirlerin Ayırt Edilmesine Uygun Parametrelerin Belirlenmesi. Türkiye, 9, 661-664s.
- Guinee, T.P.,** 2011, Pasteurized Processed Cheese Products. In Ensiklopedia of Dairy Sciences, Edited by J.W. Fuquay, P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, Elsevier Academic Press, London, UK.
- Güler, Z.T., Dursun, D., A., Masatcioğlu, M.T., Köksal K.M.,** 2021, Farklı ticari rennetlerle peynir pıhtıları üretimi sırasında fiziko-kimyasal, tekstürel ve mikroyapısal nitelikler, Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(2), 211-227s.
- Gümüş, T., ve Bursa, İ.A.,** 2015, Eritme peynirinde bazı patojen bakteriler üzerine farklı baharatların inhibisyon etkisi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (3), 18-26s.
- Gün, I.,** 2014, Aroma compounds of some traditional Turkish cheeses and their importance for Turkish cuisine. Food and Nutrition Sciences, 2014.
- Günşen, U., ve Büyükyörük, I.,** 2003, Piyasadan Temin Edilen Taze Kaşar Peynirlerinin Bakteriyolojik Kaliteleri ile Aflatoksin M [sub1] Düzeylerinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 27(4).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Güven, M., Tatar Görmez, P.,** 2004, Antimikrobiyal madde kullanımı ve paketlenme materyalinin kaşar peynirinin bazı özellikleri üzerine etkileri, Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 5, 3-11 p.
- Güzel, G.,** 2013, Ankara’da Tüketime Sunulan Bazı Gıda Maddelerinde Benzoik Asit Miktarlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Harrigan, W.F., and Mc Cane, M.E.,** 1993, Laboratory Methods in Food and Dairy Mikrobiology, Academic Press, London, 450p.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M., and Fox, P.F.,** 2002, Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese ‘Beyaz Peynir’, Int. Dairy J. 12, 635-648p.
- Hoffmann, W., Gärtner, J., Lück, K., Johannsen, N., and Maurer, A.,** 2012, Effect of emulsifying salts containing potassium on the quality of block-type processed cheese, International Dairy Journal 25, 66-72p.
- Horwood, J. F., Stark, W., and Hull, H. H.,** 1987, A fermented, yeasty flavour defect in Cheddar cheese. Australian Journal of Dairy Technology, 42, 25–26p.
- Hunutlu, B., Karagül-Yüceer, Y., ve Koca, N.,** 2016, Identification of flavor compounds of white cheese powder with GC-MS and descriptive sensory analysis, In 11th international conference on food physics, Debrecen, Hungary, 28p.
- Hurşit A., (2008),** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Süt Bilimi ve Teknolojisi ders kitabı, Samsun, 143-145s.
- Ianni, A., Bennato, F., Martino, C., Grotta, L., and Martino, G.,** 2020, Volatile flavor compounds in cheese as affected by ruminant diet, Molecules, 25(3), 461p.
- IDF,** 1981, Milk—Determination of fat content—Gerber butyrometers, International Dairy Federation, Standard No: 4A, Brussels, Belgium

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- IDF**, 1988, Détermination de l'indice d'insolubilité, Internation Dairy Federation, Standard No: 129A, Brussels, Belgium
- IDF**, 1996, Milk and milk products — General guidance for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination, International Dairy Federation, Standard No: 122, Brussels, Belgium
- IDF**, 2004a, Determination of the total solids content, Internation Dairy Federation, Standard No: 4, Brussels, Belgium
- IDF**, 2008, Determination of fat Content-Butyrometer for Van gulik Method, Internation Dairy Federation, Standard No: 221, Brussels, Belgium
- İlhan, G., Güzel, S.Z., ve Seydim, A.C.**, 2009, Modifiye atmosferde paketlemenin farklı tipteki peynirlerin bazı niteliklerine etkisi, Gıda, 34(5), 309-316s.
- Jakobsen, R. A., Heggebø, R., Sunde, E. B., and Skjervheim, M.**, 2011, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in Norwegian raw milk cheese production, Food Microbiology, 28(3), 492-496p.
- Johnson, M.E.**, 2001, Cheese products. Food science and technology-New York-marcel dekker, 345-384p.
- Kamber, U.**, 2008, The traditional cheeses of Turkey: cheeses common to all regions, Food Rev. Int., 24, 1-38p.
- Karaman, A. D., ve Akbulut, N.** 2006, Kaşar peynirinin raf ömrünün arttırılması üzerine bir araştırma, Türkiye, 9, 24-26s.
- Kasrazadeh, M., and Genigeorgis, C.**, 1994, Potential growth and control of Salmonella in Hispanic type soft cheese, International Journal of Food Microbiology, 22(2-3), 127-140p.
- Kaynar, Z., Kaynar, P., ve Koçak, C.**, 2005, Ankara piyasasında tüketime sunulan beyaz peynirlerin hijyenik kalitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 62(1), 1-10s.
- Kaynar, P.**, 2011, Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar, Türk Mikrobiyol Cem Derg, 41(1), 1-8s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kesenkaş, H., Akbulut, N.,** 2010, İzmir ilinde satılan sokak sütleri ile orta ve büyük ölçekli çiftliklerde üretilen sütlerin özelliklerinin belirlenmesi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 47(2), 161-169s.
- Khorshidian, N., Yousefi, M., and Mortazavian, A. M.,** 2022, Comparison of antifungal properties of *Lactobacillus Rhamnosus* and *Lactobacillus Reuteri* with potassium sorbate in the Iranian Uf-Feta cheese, Journal of microbiology, biotechnology and food sciences, 11(5), 3318-3318p.
- Kırtıl, H.E., Metin, B., ve Arıcı, M.,** 2020, Peynir küfü olarak penicillium roqueforti'nin taksonomisi, morfolojik, genetik ve metabolik özellikleri. Gıda, 45(6), 1188-1200s.
- Kıvanç, M.,** 1989, Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları, I- Genel Özellikler. Gıda, 14(5): 315-320s.
- Kıvanç, M.,** 1991, Gıda koruyucusu olarak sorbik asit ve tuzları, III. Genel özellikleri, Gıda, 16(1), 39-45s.
- Koca, N., Metin, M.,** 2004, Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers, International Dairy Journal, 14, 365–373p.
- Koca, N.,** 2002, Bazı yağ ikama maddelerinin yağı azaltılmış taze kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir.
- Koyuncu, M.,** 2022, Siirt otlu peyniri uçucu organik bileşen karakterinin tayini, ATA-Gıda Dergisi, 1, 1-5p.
- Kure, C.F., Skaar, I., and Brendehaug, J.,** 2004, Mould contamination in production of semi-hard cheese. International Journal of Food Microbiology, 93(1), 41-49p.
- Kurt, Ş., ve Zorba, Ö.,** 2005, Bakteriyosinler ve gıdalarda kullanım olanakları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16(1), 77-83s.
- Küçüköner, E.,** 2006, Yeni ürün geliştirmede gıda katkı maddelerinin fonksiyonları ve önemi, Gıda dergisi, 31(3), 175-181s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- L. Beuchat** 1981, Microbial stability as affected by water activity Cereal Foods World, 26, 345-351p.
- Ledenbach, L.H., and Marshall R.T.,** 2009, Microbiological spoilage of dairy products, Food Microbiology and Food Safety, Springer, USA, 41-67p.
- Liewen, M.B., and Marth E.H.,** 1984, Inhibition of penicillia and aspergilli by potassium sorbate, J. Food Prot., 47, 554-556p.
- Liewen, B.M., and Marth, E.H.,** 1985, Growth and inhibition microorganisms in the presence of sorbic asit. A review Journal of Food Prot., 364-375p.
- Lucey, J.A., Johnson, M.E., and Horne, D.S.,** 2003, Invited review perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese, Journal of Dairy Science, 86(9), 2725-2743p.
- Lund, F.N., A. B., and Skouboe, P.,** 2003, Distribution of Penicillium commune isolates in cheese dairies mapped using secondary metabolite profiles, morphotypes, RAPD and AFLP fingerprinting, Food Microbiology, 20(6), 725-734p.
- Lück, E.,** 1980, Antimicrobial food additives, springer-verlag, Newyork, USA, 183-189p.
- Lück, E.,** 1990, Food applications of sorbic asit and its salts. Food Additives ve Contaminants, 7(5), 711-715p.
- Mamur, S., Ataseven, N., Ünal, F., & Yüzbaşıoğlu, D.,** 2018, Gıdalarda koruyucu katkı maddesi olarak kullanılan sodyum benzoat ve potasyum sorbat karışımının genotoksik potansiyelinin mikronukleus testi ile belirlenmesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(2), 235-245s.
- Mann, D. A., and Beuchat, L. R.,** 2008, Combinations of antimycotics to inhibit the growth of molds capable of producing 1-3 pentadiene, Food microbiology, 25(1), 144-153p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Marin, P., Ginés, C., Kochaki, P., and Jurado, M.** 2017, Effects of water activity on the performance of potassium sorbate and natamycin as preservatives against cheese spoilage moulds. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 56(1), 85-92p.
- Marth, E. H., Capp, C. M., Hasenzahl, L., Jackson, H. W., and Hussong, R. V.,** 1966, Degradation of potassium sorbate by *Penicillium* species, *Journal of Dairy Science*, 49, 1197–1205p.
- Mastromatteo, M., Conte, A., Faccia, M., Del Nobile, M.A., and Zambrini, A. V.,** 2014, Combined effect of active coating and modified atmosphere packaging on prolonging the shelf life of low-moisture mozzarella cheese, *Journal of Dairy Science*, 97(1), 36-45p.
- Mayer, H.K.,** 2001, Bitternes in processed cheese caused by an overdose of a spesific emulsifying agent, *International Dairy Journal*, 11, 533-542p.
- Melilli, C., Barbano, D.M., Manenti, M., Lynch, J.M., Carpino, S., and Licitra, G.,** 2004, Lipolysis and proteolysis in Ragusano cheese during brine salting at different temperatures, *Journal of dairy science*, 87(8), 2359-2374p.
- Metin, M., ve Öztürk, G.F., Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri,** 2010, Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler, İzmir: Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi.
- Mosteller, T.M., and Bishop, J.R.,** 1993, Sanitizer efficacy against attached bacteria in a milk biofilm, *Journal of food protection*, 56(1), 34-41p.
- Mulsow, B.B., Jaros, D., and Rohm, H.,** 2007, Processed cheese and cheese analogues, structure of dairy products, 1, 210-235s.
- Myhara, R.M., and Skura, B.,** 1990, Centroid search optimization of cultural conditions affecting the production of extracellular proteinase by *Pseudomonas fragi* ATCC 4973, *Journal of applied bacteriology*, 69(4), 530-538p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nath, K. R., and Kostak, B. J.**, 1985, Etiology of white spot defect in Swiss cheese made from pasteurized milk, *Journal of Food Protection*, 49, 718–723p.
- Nizamlıoğlu, M., Gürbüz. Ü., ve Doğruer. Y.**, 1996, Potasyum sorbatın kaşar peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi, *Vet. Bil. Dergisi*, 12(2), 23-29s.
- Ocak, E., Javidipour, I., and Tuncturk, Y.**, 2015, Volatile compounds of Van Herby cheeses produced with raw and pasteurized milks from different species, *Journal of Food Science Technology*, 25(2), 164 – 173p.
- Okumuş, M.**, 2019, Kaşar peynirinin fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine manda sütü kullanımının etkisi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 117s.
- Oliveira, R. B., Margalho, L. P., Nascimento, J. S., Costa, L. E., Portela, J. B., Cruz, A. G., and Sant'Ana, A. S.** 2016, Processed cheese contamination by spore-forming bacteria: A review of sources, routes, fate during processing and control, *Trends in Food Science & Technology*, 57, 11-19p.
- Öksüztepe, G., Patır, B., Dikici, A., ve İlhak, O.İ.**, 2009, Elazığ'da tüketime sunulan vakum paketli taze Kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, Elâzığ, 23 (2), 89-94s.
- Öksüztepe, G., İlhak, O.İ., Dikici, A., Çalıcıoğlu, M. ve Patır, B.**, 2010, Potasyum Sorbatın Farklı Sıcaklıklardaki Saklanan Çökeleğin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 16, Kars, 99-105s.
- Özdemir, C. ve Demirci, M.**, 2006, Selected Microbiological Properties of Kashar Cheese Samples Preserved with Potassium Sorbate, *International Journal of Food Properties*, Türkiye, 9, 515-521p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özkan, E. R.**, 2012, Farklı pH değerlerindeki peynirlerden blok tip eritme peynir üretim şartlarının ve ürün özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Öztürk, Ü., Gürbüz, Ü., ve Çalım, H.D.**, 2006, Besinlerin muhafazasında bazı doğal antimikrobiyal sistemlerin rolü ve önemi. Türkiye, 9, 24-26s.
- Öztürk, U. M.**, 2018, Az yağlı Beyaz Peynir Tozu Üretimi: Yağı Azaltmanın ve Mikropartiküle Protein Kullanımının Emülsiyon Karakteristikleri ile Peynir Tozu Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi ve Model Gıdalarda Denenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, 253s.
- Öztürkcan, S. A., ve Acar, S.**, 2017, Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, (1), 1-17s.
- Park, J., Rosenau, J.R., and Peleg, M.**, 1984, Comparison of four procedures of cheese meltability evaluation. Journal of Food Science, 49(4), 1158-1170p.
- Patart, J.P.**, 1986, Process Cheeses. Cheesemaking, Science and Technology, New York, 387- 401p.
- Pinches, S.E., and Apps, P.**, 2006, International Journal of Food Microbiology 116, South Africa, 82-85p.
- Pitt, J. I., and Hocking, A. D.**, 1999, Spoilage of stored, processed, and preserved foods. In J. I.
- Pitt ve A. D. Hocking**, 2009, Fungi and Food Spoilage (506p.). Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.
- Poulet, B., Huertas, M., Sánchez, A., Cáceres, P., and Larriba, G.**, 1991, Microbial study of Casar de Cáceres cheese throughout ripening, Journal of Dairy Research, 58(2), 231-238p.
- Pereira De Abreum, D.A., Cruz, J.M., and Losada, P.P.**, 2012, Active and Intelligent Packaging for The Food Industry. Food Rev. Int. 28: 146–187p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Prusky, D., and Yakoby, N.,** 2003, Pathogenic fungi: leading or led by ambient pH Molecular Plant Pathology, 4(6), 509-516p.
- Russell, NJ., and Gould GW.,** 2003, Food preservatives, Springer Science & Business Media, 371p.
- Rusu, V., and Sindilar, E.,** 2004, Research concerning the contamination of Cascaval cheese with fungi. Medicina Veterinara, Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara" Ion Ionescu de la Brad" Iasi, 47(6), 274-277p.
- Sadlikova, I., Bunka, F., Budinsky, P., Barbora, V., Pavlinek, V., and Hoza, I.,** 2010, The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese, LWT- Food Science and Technology 43 (2010), Czech Republic, 1220-1225p.
- Saldamlı, İ., ve Uygun, Ü.,** 2014, Gıda Katkı Maddeleri., Saldamlı, İ. (Editör). Gıda Kimyası, Dördüncü Baskı, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 625-668s.
- Saldamlı, İ.,** 1985, Gıda Katkı Maddeleri ve İçeriyenler, Ankara
- Saldamlı, İ.,** 1998, Gıda Kimyası, Hacettepe Üniv., Ankara
- Sensidoni, A., Rondinini, G., Peressini, D., Maifreni, M., and Bortolomeazzi, R.,** 1994, Presence of an off-flavor associated with the use of sorbates in cheese and margarine. Italian Journal of Food Science, 6, 237–242p.
- Seth, K., and Bajwa, U.,** 2013, Effect of asitulan on the recovery of milk constituents and quality of Mozzarella processed cheese, Association of Food Scientists & Technologists Journal of Food Science Technology (March 2015) 52(3):1561–1569p.
- Schwendimann, L., Berger, T., Graber, H. U., Meier, S., HummerJohann, J., and Jakob, E.** 2020, Effect of scalding temperature on growth of staphylococcus aureus and formation of staphylococcal enterotoxin during the production of alpine cheese in a laboratory cheesemaking model. Journal of Food Protection, 83(10), 1822-1828p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Smith, J., and Hong-Shum, L.** (2011). Food additives data book. John Wiley & Sons,
- Suhr, K.I., and Nielsen, P.V.,** 2004, Effect of weak asit preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH values. International journal of food microbiology, 95(1), 67-78p.
- Solak, B.B.,** 2013, Farklı tip peynirler kullanarak üretilen eritme tipi peynirlerin üretimi esnasında uygulanan işlem parametrelerinin peynirin bazı özellikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya,
- Solak, B. B, and Akin, N.,** (2019), Impact of cooking pH values on the textural and chemical properties for processed cheeses with/without the use of traditional village cheese during storage. *Food science of animal resources*, 39(4), 541.
- Sperber, W.H. and Doyle, M.P.,** 2009, Food microbiology and food safety, USA, 1-68p.
- Špehar, I. D., Ljoljić, D. B., Petanjek, Z., Zamberlin, Š., Kalit, M. T., and Samaržija, D.,** 2020, Antimicrobial activity of bacteriocins of Lactic Acid Bacteria on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium tyrobutyricum* in cheese production, *Mljekarstvo/Dairy*, Zagreb, 70(3), 135-149p.
- Subramanian, R., Muthukumarappan, K., and Gunasekaran, S.,** 2003, Effect of methocel as a water binder on the linear viscoelastic properties of mozzarella cheese during early stages of maturation. *Journal of texture studies*, 34(4), 361-380p.
- Süleymani, E., ve Hayaloglu, A. A.,** 2016, Influence of curd heating on proteolysis and volatiles of Kashkaval cheese, *Food Chemistry*, 211 (2016) 160-170p.
- Sunesen, L. O., Lund, P., Sørensen J., and Hølmer, G.,** 2002, Development of volatile compounds in processed cheese during storage, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35, 128–134p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Şeker, P., ve Patır, B.,** 2011, Kısa ve Uzun Ömürlü Ayranlarda Potasyum Sorbat Uygulamasının Mikrobiyolojik Kaliteye Etkisi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Elazığ, 23-30s.
- Şengül, M., Erkaya, T., ve Fırat, N.,** 2011, Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (2), 149-156, ISSN: 1300-9036.
- Şimşek, O., ve Kavas, M.,** 1991, Eritme peyniri yapım tekniği her yönüyle peynir sempozyumu, 12(13), 254-260s.
- Taniwaki, M. H.,** 1995, Growth and mycotoxin production by fungi under modified atmospheres, Ph.D. thesis, Kensington, N.S.W., University of South Wales.
- Tamime, A. Y., Muir, D. D., Wszolek, M., Domagala, J., Metzger, L., Kneifel, W., Du" rrschmid, K., Domig, K.J., Hill, A., Smith, A., Guinee T.P., and Auty, M.A.E.,** 2011, Quality Control İn Processed Cheese Manufacture, Processed Cheese and Analogues, First Edition. Edited by A.Y. Tamime.
- Ternström, A., Lindberg, A. M., and Molin, G.,** 1993, Classification of the spoilage flora of raw and pasteurized bovine milk, with special reference to Pseudomonas and Bacillus, Journal of Applied Bacteriology, 75(1), 25-34p.
- Thomas, M. A.,** 1977, The processed cheese industry, Department of Agriculture, New South Wales
- Tian, J., Huang, B., Luo, X., Zeng, H., Ban, X., He, J., and Wang, Y.,** 2012, The control of Aspergillus flavus with Cinnamomum jensenianum Hand-Mazz essential oil and its potential use as a food preservative, Journal of Food chemistry, 130(3), 520-527p.
- Topal, Ş.,** 1991, Kaşar Peynirlerinde Küflenme ve Ambalajlamanın Önemi. Her Yönüyle Peynir, II. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 12-13s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tosun, İ.**, 2021, Farklı üretim formülasyonları ve depolama sürelerinin blok tip eritme peynirlerinin kalite kriterleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 70s.
- Üçüncü, M.**, 1980, Peynircilikte sorbik asit ve sorbatların kullanım olanakları, Gıda, 5(4), 79-87s.
- Üçüncü, M.**, 1992, Süt teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, (88), 152-157s.
- Üçüncü, M.**, 1996, Peynir yapımında tuzlama teknikleri, sorunları ve çözüm önerileri, Her Yönüyle Peynir, 3, 106-114s.
- Üçüncü, M.**, 2004, A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi I-II cilt, İzmir S. 172-192s.
- Ünlü D., Güneş Bayır A.**, 2022 Koruyucu Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığa Etkisi, Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, 1 (4), 55-68s.
- Vitova, E., Loupancová, B., Sklenářová K., Divišová, R., and Buňka, F.**, 2012, Identification of volatile aroma compounds in processed cheese analogues based on different types of fat, Chemical Papers 66 (10) 907–913p.
- Vivier, D., Rivemale, M., Reverbel, J. P., Ratomahenina, R., and Galzy, P.**, 1994, Study of the growth of yeasts from Feta cheese. International Journal of Food Microbiology, 22, 207–215p.
- Vlaemynck, G.M.**, 1994, Comparison of Petrifilm™ and plate count methods for enumerating molds and yeasts in cheese and yogurt, Journal of food protection, 57(10), 913-914p.
- Von Neubeck, M., Baur, C., Krewinkel, M., Stoeckel, M., Kranz, B., Stressler, T., and Wenning, M.**, 2015, Biodiversity of refrigerated raw milk microbiota and their enzymatic spoilage potential, International journal of food microbiology, 211, 57-65p.
- West, S.**, 2007, Production of flavours, flavour enhancers and other protein-based speciality products, In Novel Enzyme Technology for Food Application, Edited by R. Rastall, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yalçın, S., Ardıç, M., ve Nizamhoğlu, M.,** 2007 Urfa peynirinin bazı kalite nitelikleri. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 2(3), 95-90s.
- Yaygın, H., ve Dabiri, K.** 1989, The researches on properties of Kasar cheeses made from cow, goat and ewe milks, ripened at different temperatures, Ege Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1, 333-345s.
- Yerlikaya, O.,** 2018, Ege ve Marmara Bölgesi'nde üretilen ve tüketime sunulan beyaz peynirlerin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi üzerine bir araştırma, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 55 (4):499-505s.
- Yıldırım, İ., Duranoğlu, S., ve Koyuncu, İ.,** 2008, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23s. Mayıs 2008, Erzurum.
- Yıldız, F., Sirt, S., ve Yetişemeyen, A.,** 2008, Karadeniz bölgesinde üretilen yayla ve kadel peynirlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, 10. Gıda Kongresi; Erzurum, 21-23s.
- Yıldız, V. K.,** 2019, Çiğ süttten üretilen yağı azaltılmış beyaz peynirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine ışınlamanın etkisi, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 56s.
- Yousef, A. E., and Marth, E. H.,** 1983, Incorporation of (14 °C) acetate by *Aspergillus parasiticus* in presence of antifungal agents, European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 18, 103-108p.
- Yu, X., and Pawliszyn, J.,** 2000, Speciation of alkyllead and inorganic lead by derivatization with deuterium-labeled sodium tetraethylborate and SPME-GC/MS, Analytical chemistry, 72(8), 1788-1792p.
- Yücel, B., ve Can, Ö.P.,** 2021, The Effects of Pulsed UV Light Implementation on the Preservation Duration of Şavak Cheese Made from Raw Milk, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(12), 2246-2252p.
- Zoon and Allersma,** 1996, Eye and crack formation in cheese by carbon dioxide from decarboxylation of glutamic acid, Netherlands Milk and Dairy Journal, 50 (2), 309-318p

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü destek ve önerilerini esirgemeyen değerli tez danışmanı hocam Prof. Dr. Nurcan KOCA'ya ve tez savunma sınav jürisinde yer alarak görüşlerini ve desteklerini paylaşan değerli hocalarım Doç. Dr. Burcu KAPLAN TÜRKÖZ ve Dr. Öğr. Üyesi Seval DAĞBAĞLI'ya çok teşekkür ederim.

Yaşadığım her türlü zorluk karşısında her zaman yanımda olan, annem Hatice ORAN ve Babam Osman ORAN' a en derin sevgilerimi iletiyorum. Bana hayatımın her alanını kolaylaştıran değerli eşim Melih DEMİROLUK'a, tez sürecimdeki tüm desteği için binlerce kez teşekkür ederim. Ayrıca bana daima gösterdiği sonsuz sabrı, sevgi ve verdiği kıymet için ise kendisine en derin sevgilerimi sunuyorum.

Değerli dostlarım gıda müh. Duygu TOPRAK ve ziraat müh. öğr. gör. Rüveyda BAĞBOZAN'a tez sürecimdeki tüm destekleri için teşekkürlerimi iletiyorum. Tire-İzmir arasındaki yolları kısaltan, yüksek lisans eğitimim boyunca bana İzmir'deki evlerini açan, maddi-manevi desteklerini sonsuz şekilde paylaşan değerli kuzenlerim Mehmet ORAN ve ailesi, Esra-Umutcan KONUR ve ailesi, Dilber GÜRLE ve ailesi, Halam Elif GÜDER ve ailesi ile 2. annem Nural DEMİROLUK'a en içten sevgilerimi sunar, teşekkür ederim.

Tez sürecimin üretim ve depolama aşamasında desteklerini esirgemeyen Reha Süt ürünleri San. Tic. Ltd. Şti'ne ve mesai arkadaşlarıma, malzeme tedarikine destek olan 3M firması ve arkadaşlarım mikrobiyolog Ece ÇİNER ile Çiğdem ÖZDEMİR'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca; analiz süreçlerinde bana her türlü desteği veren arkadaşlarım Merve ILDIZ, Şeyma ARIKAYA, Gökhan GURUR, Gamze SONKAYA ile süt teknolojisi lisansüstü ekip arkadaşlarıma, biyoteknoloji, mikrobiyoloji ve temel işlemler bilim dalındaki hocalarım ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Nisan, 2023

İmza

Aslı ORAN DEMİROLUK

ÖZGEÇMİŞ

Aslı ORAN DEMİROLUK, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği 2009 yılı mezunudur. İlköğretim ve lise eğitimi İzmir-Karşıyaka’da, çalışma hayatının büyük çoğunluğu ise İzmir-Tire’de geçmiştir. 1,5 yıl Tamtad Konservecilik’te (Tire) kalite kontrol sorumlusu; 3 yıl Tire Süt Kooperatifi’nde (Tire) Et işleme tesis müdürü; 5 yıl Reha Süt Ürünleri’nde (Tire) kalite müdürü olarak çalışmıştır. Mevcutta KÜTAŞ GRUP-SAFE SPICE Gıda Sterilizasyonu (Gaziemir) baharat perakende paketleme fabrikası kalite departman sorumlusu olarak çalışmaktadır.

Girdi-proses kalite kontrol, mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal analiz uygulama ve değerlendirme, regülasyonlar, müşteri-tedarikçi denetimleri ve ilişkileri, personel eğitimleri, üretim planlama, yeni ürün araştırma-geliştirme, düzeltici önleyici faaliyetler, süreç iyileştirme, HACCP, BRCGS, FSSC22000 vb. gıda güvenliği yönetim sistemleri (GGYS), ISO 9001, ISO 45001 ISO 14001 kalite yönetim sistemleri (KYS) danışmanlığı ve denetimi konularında tecrübe sahibidir. BRCGS, ISO 22000, ISO 9001 baş denetçisidir. Kaizen, 5S, toplam kalite, PCQI, gıda savunması, taklit, taşıma vb. mesleki eğitimler ile iletişim, beden dili, NLP vb. kişisel gelişim eğitimleri almıştır. İç tetkik, GGYS ve KYS eğitimleri vermektedir.

Gıda güvenliği ve kalite konularında Türkiye’de önemli boşluklar olduğunu, büyük-küçük demeksizin işletmelerin çoğunda konuya “öncelikli üretim” mantığıyla yaklaşıldığını düşünmektedir. Bu nedenle Tarladan-sofraya tüm süreçte eğitime gerek olduğunu savunmaktadır. Bu sürece katkı sağlayabilmek için ise her mecrada bildiklerini çiftçiye denetimler ile; çalışanlara işletmelerde iş başı ve planlı eğitimler ile anlatmaktadır. Gelişmenin ancak iyi ve daimî eğitimle olacağına inancı nedeniyle yeni mezun meslektaşları ve stajyerlere özellikle önem göstermektedir. Kendini ve sektörü geliştirmek, daha fazla bilgiye sahip olmak ve öğrendiklerini aktarabilmek amacıyla da yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Akademik yayınları, 2017, Ankara 1.Ulusal Sütçülük kongresinde “Aşama Eşiği Prosesi (State Gate) ile Ürün Geliştirme: Çeşnili Lor Topları” poster çalışması ve 2019, İstanbul, 5. International Agriculture Congress’de “The effect of potassium sorbate on the microbiological quality of block type processed cheese” sunumudur.