

**BEYAZ PEYNİRDE SALAMURA
KONSANTRASYONU VE OLGUNLAŞMA
SICAKLIĞININ *STAPHYLOCOCCUS
AUREUS*'UN GELİŞİMİ VE TOKSİN
ÜRETİMİNE ETKİSİ**

Alper BARAN

Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN

İkinci Danışman

Prof. Dr. Mustafa ATASEVER

Doktora Tezi – 2015

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ PEYNİRDE SALAMURA KONSANTRASYONU
VE OLGUNLAŞMA SICAKLIĞININ *STAPHYLOCOCCUS
AUREUS*'UN GELİŞİMİ VE TOKSİN ÜRETİMİNE ETKİSİ**

Alper BARAN

Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN
İkinci Danışman
Prof. Dr. Mustafa ATASEVER

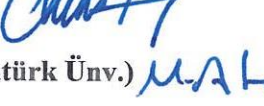
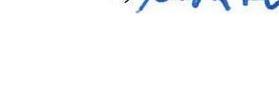
ERZURUM

2015

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**BEYAZ PEYNİRDE SALAMURA KONSANTRASYONU VE
OLGUNLAŞMA SICAKLIĞININ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*'UN
GELİŞİMİ VE TOKSİN ÜRETİMİNE ETKİSİ**

Alper BARAN

Tez Savunma Tarihi	: 30.01.2015	
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN (Atatürk Üniversitesi)	
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Mustafa ATASEVER (Atatürk Üniversitesi)	
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU (Fırat Üniversitesi)	
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Mustafa GÜRSES (Atatürk Üniversitesi)	
Jüri Üyesi	: Yrd. Doç. Dr. Meryem AYDEMİR ATASEVER (Atatürk Üniv.)	

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Enstitü Müdürü

**Doktora Tezi
ERZURUM – 2015**

İÇİNDEKİLER

ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Peynir ve Beslenme Açısından Önemi	6
2.2. Peynirlerin Sınıflandırılması	10
2.3. Beyaz Peynir.....	12
2.4. Beyaz Peynirin Mikrobiyolojisi	22
2.4.1. <i>Staphylococcus aureus</i> ve Beyaz Peynir.....	28
2.4.2. Peynirle İlişkili Salgınlar	36
2.5. <i>S. aureus</i> ve Enterotoksinlerinin Halk Sağlığı Açısından Önemi	38
2.5.1. Tarihçe	40
2.5.2. Klasifikasyonu ve Genel Özellikleri	41
2.5.3. <i>S. aureus</i> 'un ve Enterotoksinlerinin Genetik Düzenlenmesi	43
2.5.4. <i>S. aureus</i> 'un Gelişimini ve İnaktivasyonunu ve Enterotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler	46
2.6. <i>Staphylococcus aureus</i> ve Enterotoksinlerinin Tespiti	51
2.7. Patogenez ve Semptomlar	53
2.8. <i>S. aureus</i> 'un Gıdalarda Bulunuşu ve Salgınlar	56
2.9. <i>S. aureus</i> 'un Çevredeki Varlığı ve Üretim Sürecinde Kontrolü	59
3. MATERYAL VE METOT	63
3.1. Materyal.....	63
3.1.1. Süt	63
3.1.2. Kalsiyum klorür (CaCl ₂).....	63
3.1.3. Starter kültür	63

3.1.4. Peynir mayası	63
3.1.5. Salamura.....	64
3.1.6. Deneyde Kullanılan Patojen Suşu	64
3.2. Metot	64
3.2.1. İnokulumun Hazırlanması ve İnokülasyon	64
3.2.2. Deneysel Beyaz Peynir Üretim Prosedürü.....	65
3.2.3. Çiğ süt ve Peyniraltı Suyunda (PAS) Yapılan Analizler	66
3.2.4. Peynir Numunelerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri	67
3.2.5. Mikrobiyolojik Analizler	70
3.2.6. Serolojik analizler	72
3.2.7. Moleküler analizler	72
3.2.8. İstatiksel Analizler	76
4. BULGULAR	78
5. TARTIŞMA.....	123
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	146
KAYNAKLAR	149
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	185
EK-2. ETİK KURUL KARARI.....	186

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bilgisini ve deneyimlerini her zaman çok cömertçe paylaştan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN'a, engin tecrübelerini bu sürecin her aşamasında öğretmekteki ustalığıyla hatırlayacağım hocam Prof. Dr. Mustafa ATASEVER'e en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezin uygulama kısmının yapılmasında verdikleri bilgilerle süreci destekleyen Yrd. Doç. Dr. Meryem AYDEMİR ATASEVER, Arş. Gör. Hayrunnisa ÖZLÜ ve Arş. Gör. Sevdâ URÇAR'a, moleküler analizlerin yapılmasında gerekli olan bilgi ve çalışma ortamının devamlılığını sağlayan Doç. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN'a, gerek moleküler analizlerin gerekse istatistiksel analizlerin yapılmasında özveriyle çalışarak desteğini hiç esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Abdulkerim DİLER'e, bu çalışmayı **2013/059 BAP** proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne ve tüm süreç boyunca sabırla beni destekleyen eşime ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Beyaz Peynirde Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Sıcaklığının *Staphylococcus aureus*'un Gelişimi ve Toksin Üretimine Etkisi

Amaç: Bu araştırma, *S. aureus* NCTC 10654 inokule edilmiş pastörize süten üretimi yapılan beyaz peynirde farklı salamura ve olgunlaşma sıcaklığının *S. aureus* NCTC 10654'ün canlılığı, enterotoksin üretimi ve enterotoksin üretiminden sorumlu olan gen bölgesi üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla yapıldı.

Materyal ve Metot: Pastörize süte 10^6 (kob/ml) düzeyinde *S. aureus* NCTC 10654 inokule edilerek üretimi yapılan beyaz peynir örneklerine olgunlaşmanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve serolojik; 1, 15 ve 30. günlerinde ise moleküler analizler yapıldı.

Bulgular: Olgunlaşma süresince tüm peynir örneklerinde *S. aureus* sayısı azalmış ve 90 günlük olgunlaşmanın sonunda 10^2 (kob/g) seviyesine düşmüştür. Salamura konsantrasyonun bu azalma üzerinde etkisinin bulunmadığı buna karşın yüksek sıcaklıkta muhafaza edilen peynir örneklerindeki gözlemlenen azalmanın düşük sıcaklıkta muhafaza edilenlere göre 2.5 kat (kob/g) daha fazla olduğu belirlenmiştir. Starter kültür ilavesi yapılan peynirlerde olgunlaşmanın hiçbir aşamasında *S. aureus*'a ait toksinler tespit edilememiştir. RT-PCR ile beyaz peynirden 1., 15. ve 30. günlerde *S. aureus*'a ait SEB mRNA'lar belirlenmiştir. Elde edilen SEB mRNA oranları açısından salamura konsantrasyonunun önemli değişikliğe yol açmadığı buna karşın yüksek sıcaklığın önemli değişikliklere yol açtığı belirlenmiştir. Peynir örneklerinde olgunlaşma periyodu boyunca kurumadde, protein, tuz, kül, titrasyon asitliği değerlerinin arttığı, pH değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Salamura konsantrasyonu ve sıcaklığının pH, titrasyon asitliği, kurumadde, protein, tuz ve kül oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Peynir örneklerinde toplam bakteri sayısı ve laktik asit bakterileri olgunlaşma periyodu boyunca azalmış, maya-küf sayısı 30. güne kadar artmış daha sonra ise azalmıştır.

Sonuç: Farklı salamura konsantrasyonunun *S. aureus* sayısı üzerine etkisinin önemsiz olduğu, olgunlaşma sıcaklığının ise sınırlı bir düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca enterotoksin belirlenememesinin peynirin tipi ve doğası, üretim tipi ve koşulları ve starter aktivitesinden ileri geldiği düşünülmüştür. Aynı zamanda yüksek olgunlaşma sıcaklığı ve salamura konsantrasyonunun beyaz peynir örneklerindeki önemli kimyasal özellikleri artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, enterotoksin, salamura, sıcaklık, *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT

The Effect of Brine Concentration and Ripening Temperature on Growth and Toxin Production of *Staphylococcus aureus* in White Cheese

Aim: This research was conducted to determine that effect of different brine concentration and temperature on growth, enterotoxin production and gene responsible for enterotoxin production of *S. aureus* NCTC 10654 in white cheese made from pasteurized milk inoculated with *S. aureus* NCTC 10654.

Material and Method: Chemical, microbiological and serological tests were made on the 1st, 15th, 30th, 60th and 90th and molecular analysis were made 1st, 15th and 30th on white cheese examples made from pasteurized milk inoculated with *S. aureus* NCTC 10654 at the level of 10^6 (cfu/ml).

Results: The number of *S. aureus* decreased in all cheese samples during ripening and its level decreased 10^2 (cfu/g) at the end of 90 days ripening period. It was determined that brine concentration has no effect on this decrease however it was found that reduction in cheese samples ripening at high temperature is 2.5 times lower than in cheese samples held at low temperature. It was no staphylococcal enterotoxin detected on cheese made with starter during ripening. It was identified that SEB mRNA from white cheese with RT-PCR at 1st, 15th and 30th days. It was determined that brine concentration didn't cause significant changes whereas the high temperature lead to significant changes in terms of SEB mRNA ratio. It was observed that dry matter, protein, salt, ash and titratable acidity increased but pH decreased at ripening periods. Brine concentration and ripening temperature was found to have an important effect on pH, titratable acidity, dry matter, protein, salt and ash content of cheese samples. The number of total bacteria and lactic acid bacteria decreased during the ripening period however the number of yeast-mold count increased up to 30 days and then decreased.

Conclusion: It was determined that different brine concentration has insignificant effect on *S. aureus* count however ripening temperature has limited effect. It was considered that could not be detecting enterotoxin was due to activity of the type and nature of cheese, the type and conditions of production and activity of starter culture. Also it was determined that high temperature and brine concentration increased the important chemical properties in white cheese.

Key Words: White cheese, enterotoxin, brine, temperature, *Staphylococcus aureus*.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_w	: Su Aktivitesi
α	: Alfa
β	: Beta
kob	: Koloni oluşturan birim
dk	: Dakika
g	: Gram
sn	: Saniye
kg	: Kilogram
L	: Litre
l.a	: Laktik Asit
log₁₀	: Logaritma
Mbp	: Megabaz çifti
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
MPa	: MegaPascal
mV	: miliVolt
ng	: Nanogram
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türk İstatistik Kurumu
$x g$	: Yerçekimi ivmesi
γ	: Gama
μl	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Türkiye’de Peynir Arz Durumu 2007-2012 (TÜİK) (ton)	2
Şekil 2.1. Beyaz Peynirin Yapım Akış Diyagramı	15
Şekil 2.2. Enterotoksin Kaynaklı Bulantı ve Kusmanın Öngörülen Yolu.....	55
Şekil 3.1. Deneysel Beyaz Peynir Üretim Prosedürü	66
Şekil 3.2. RNA İzolasyon Protokolü	74
Şekil 3.3. % 1 Agaroze Jelde İzole RNA’ların Yürütülmesi.....	74
Şekil 4.1. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki pH Değişimleri (Ort±SS).....	82
Şekil 4.2. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki pH Değişimleri (Ort±SS).....	82
Şekil 4.3. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Asitlik Değişimleri (Ort±SS).....	85
Şekil 4.4. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Asitlik Değişimleri(Ort±SS).....	85
Şekil 4.5. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kurumadde Değişimleri (Ort±SS).....	88
Şekil 4.6. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kurumadde Değişimleri (Ort±SS).....	88
Şekil 4.7. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Yağ Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	91
Şekil 4.8. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Yağ Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	91

Şekil 4.9. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Protein Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	94
Şekil 4.10. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Protein Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	94
Şekil 4.11. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Tuz Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	97
Şekil 4.12. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Tuz Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	97
Şekil 4.13. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kül Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	100
Şekil 4.14. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kül Oranı Değişimleri (Ort±SS).....	100
Şekil 4.15. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki TAMB Sayısı Değişimleri (Ort±SS).....	103
Şekil 4.16. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki TAMB Sayısı Değişimleri (Ort±SS).....	104
Şekil 4.17. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktokok Sayısı Değişimleri.....	106
Şekil 4.18. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktokok Sayısı Değişimleri.....	107
Şekil 4.19. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktobasil Sayısı Değişimleri (Ort±SS).....	110
Şekil 4.20. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktobasil Sayısı Değişimleri (Ort±SS).....	110
Şekil 4.21. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Maya-küf Sayısı Değişimleri.....	113

Şekil 4.22. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Maya-küf Sayısı Değişimleri.....	113
Şekil 4.23. 4 °C’de <i>S. aureus</i> Sayısı ve pH İnteraksiyonunun Olgunlaşma Süresine Bağlı Değişimi (Ort±SS)	117
Şekil 4.24. 12 °C’de <i>S. aureus</i> Sayısı ve pH İnteraksiyonunun Olgunlaşma Süresine Bağlı Değişimi	117
Şekil 4.25. Bazı Beyaz Peynir Örneklerinde SE Tespitine Yönelik Serolojik Analiz Sonuçları.....	118
Şekil 4.26. <i>S. aureus</i> NCTC 10654 FDA’nın SEB, FemB ve Nuc Genlerine ait RT-PCR Görüntüsü.....	119
Şekil 4.27. Peynir Örneklerinden Ekstrakte Edilen <i>S. aureus</i> ’un cDNA (referans ve hedef)’larına ait RT-PCR Görüntüsü.....	120
Şekil 4.29. SEB mRNA Seviyesi Üzerine Sıcaklık ve pH İnteraksiyonun Etkisi.....	121
Şekil 4.30. SEB mRNA Seviyesi Üzerine Salamura Konsantrasyonu ve pH İnteraksiyonun Etkisi	121

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Fransa’da Bazı Yıllara Ait Peynir Kaynaklı Bazı Stafilokokal Zehirlenme Vakaları.....	4
Tablo 2.1. Bazı Peynir Tiplerine Ait Ortalama Kimyasal Kompozisyon (g/1000)	8
Tablo 2.2. Sertlik ve Olgunlaşma Karakteristiğine Göre Sınıflandırma.....	11
Tablo 2.3. Kuru Maddede Yağ Miktarına ve Rutubet Miktarına Göre Peynir Sınıfları	12
Tablo 2.4. Süt Koagulantlarının Beyaz peynirin Özelliklerine Etkisi.	13
Tablo 2.5. Peynir Kaynaklı Stafilokokal Enterotoksinlerden İleri Gelen Bazı Salgınlar	38
Tablo 2.6. Bazı Stafilokok Türlerine Ait Biyokimyasal Özellikler	42
Tablo 2.7. Stafilokokal Enterotoksinlerin Bazı Özellikleri.....	44
Tablo 2.8. <i>S. aureus</i> Gelişimi ve Enterotoksin Üretimi için Limitler	47
Tablo 2.9. Gıdalarda <i>S. aureus</i> Gelişimini ve Enterotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	58
Tablo 2.10. <i>S. aureus</i> ile İlişkili Seçilmiş Büyük Salgınlar (> % 50 vaka ve/veya $\geq$ 1ölüm).....	60
Tablo 3.2. Nuc, FemB ve SEA cDNA'larının Tespitinde Kullanılan Primerlerin Karakteristikleri	76
Tablo 4.1. Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Fizikokimyasal Kalitesi...	78
Tablo 4.2. Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Mikrobiyolojik Kalitesi...	79
Tablo 4.3. Beyaz Peynirlerin Üretiminden Elde Edilen Peyniraltı Sularının Bazı Fizikokimyasal Özellikleri (Ort $\pm$ SS)	79

Tablo 4.4. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince pH Değerindeki Değişimler (Ort±SS).....	80
Tablo 4.5. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	81
Tablo 4.6. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Titrasyon Asitliği Değerindeki Değişimler (Ort±SS)	83
Tablo 4.7. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Titrasyon Asitliği Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	84
Tablo 4.8. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kurumadde Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS).....	86
Tablo 4.9. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kurumadde Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	87
Tablo 4.10. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Yağ Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS)	89
Tablo 4.11. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Yağ Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları	90
Tablo 4.12. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Protein Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS).....	92
Tablo 4.13. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Protein Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları	93
Tablo 4.14. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince % Tuz Oranındaki Değişimler (Ort±SS).....	95
Tablo 4.15. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Tuz Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları	96
Tablo 4.16. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince % Kül Oranındaki Değişimler (Ort±SS).....	98

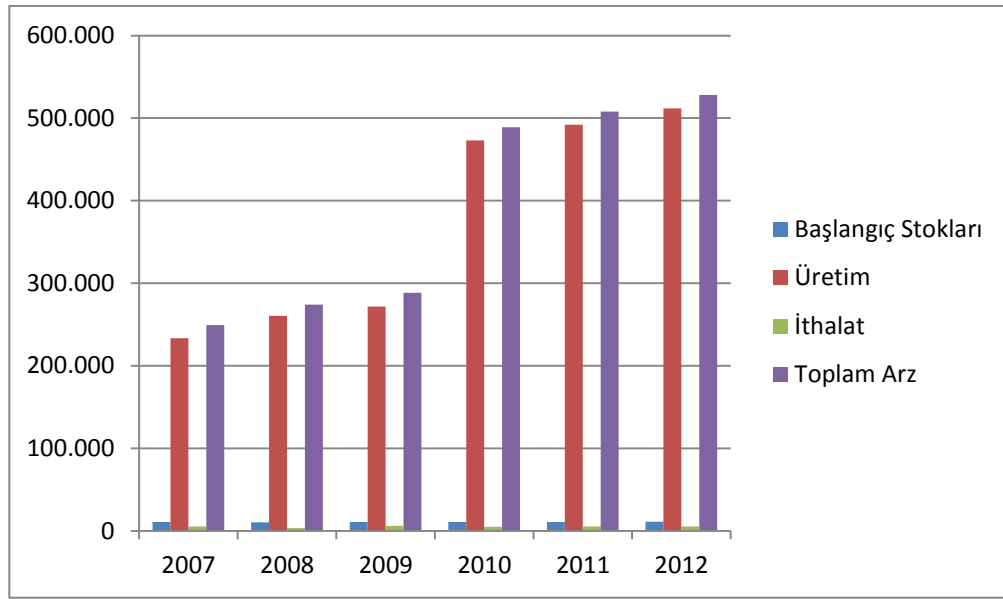
Tablo 4.17. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kül Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	99
Tablo 4.18. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince TAMB Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)	102
Tablo 4.19. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince TAMB Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	103
Tablo 4.20. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktokok Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS).....	105
Tablo 4.21. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktokok Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	106
Tablo 4.22. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktobasil Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS).....	108
Tablo 4.23. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktobasil Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	109
Tablo 4.24. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Maya-küf Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS).....	111
Tablo 4.25. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Maya-küf Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	112
Tablo 4.26. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince <i>S. aureus</i> Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)	115
Tablo 4.27. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince <i>S. aureus</i> Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	116

1. GİRİŞ

Hayvancılığa dayalı bir sanayi kolu olan süt ve süt ürünleri üretimi, bu ürünlerin insan yaşamının sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için alternatifi olmaması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Özellikle süt, memeli hayvanlar ve insanların ilk yaşam periyodu için gerekli olan tek gıda maddesi olup bileşimi gereği, organizmanın gereksinimi olan besin maddelerinin hemen hemen tamamını tam ve yeterli oranda karşılayabilmektedir. Süt tüm temel besin gruplarını yani karbonhidrat, protein, yağ, mineral maddeler ve vitaminleri içermektedir.¹ Süt ve süt ürünleri sektörü geniş bir üretici ve tüketici kitlesine sahiptir. Gıda sektörünün önemli bir yeri olan sütün kısa süre içinde bozulmaması için günümüzde çeşitli teknolojiler uygulanarak işlenmekte, depolanmakta ve dağıtılmaktadır.²

Sütün değerlendirilmesinde hem sektörel hem de tüketici açısından oldukça önemli bir yer tutan peynir, besin değeri ve kendine has lezzet ve aromasıyla arzu edilen önemli bir süt ürünüdür. Dünyadaki endüstriyel peynir üretimi 20 milyon tonun üzerindedir. Bu üretimin % 80'inden fazlası inek sütünden endüstriyel olarak üretilmektedir. Kalan % 20'lik kısım ise çiftliklerde ve üreticinin kendi tüketimi amacıyla diğer türlerden (koyun, keçi ve manda) elde edilen süt ile yapılmaktadır. Dünya toplam peynir üretiminin % 70'i Avrupa ve Kuzey ülkelerinde (ABD, Rusya, Kanada) gerçekleştirilmektedir. 2013 yılında yapılan bir araştırmaya³ göre Avrupa birliği ülkelerinde yıllık ortalama 9.175.000 ton peynir üretimi gerçekleşmekte bunu da sırasıyla 5.035.000 ton ile Amerika Birleşik Devletleri 722.000 ton ile Brezilya 570.000 ton ile Arjantin ve 550.000 ton ile Kanada takip etmektedir. Türkiye'de yıllık süt üretiminin 12.2 milyon ton olması ve bunun % 56.6'sının peynire dönüştürülerek değerlendirilmesi, toplumun peynire atfettiği değeri ortaya koymaktadır. Her ülkede çok farklı tiplerde peynir üretilmektedir. Dünyada 2000'den fazla, Türkiye'de ise 193 peynir

peynir çeşidinin bulunduğu tahmin edilmektedir.⁴ Ancak bunlardan Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri ulusal nitelikte kabul görüp önemli ekonomik değer taşımaktadır. Bununla beraber son yıllarda Örgü, Lor, Dil, Çökelek, Otlı ve Mihaliç peynirleri de önemli miktarlarda ve ulusal düzeyde üretilmektedir.⁵ TÜİK verilerine göre Türkiye’de peynir üretimi yıllar içerisinde artan bir profil göstermektedir (Şekil 1.1).⁶



Şekil 1.1. Türkiye’de Peynir Arz Durumu 2007-2012 (TÜİK) (ton)

Beyaz peynir yumuşak veya yarı sert peynir sınıfında yer alan çiğ inek, koyun sütünden veya bu sütlerin karışımının kullanılmasıyla elde edilen ve salamura içerisinde olgunlaştırılan geleneksel bir Türk peyniridir. Türkiye’de beyaz peynir üretimi, evlerde, aile tipi işletmelerde, lokal mandıralarda ve fabrikalarda yapılmaktadır. Geleneksel olarak üretimi yapılan peynirlerde genel olarak starter kültür kullanılmamaktadır.⁷

Çiğ süttten yapılmış olan peynirler daha güçlü ve zengin bir lezzet yoğunluğuna sahip olduğu için pastörize süttten yapılmış olan peynirlere oranla daha fazla tercih edilir. Geleneksel olarak çiğ süttten yapılmış peynirlerde olgunlaşma süreci boyunca zararlı mikroorganizmaların yok olduğu veya miktarının güvenilir seviyelere indiği

kabul edilmektedir. Olgunlaşma süreci, laktik asit bakterilerinin üretmiş oldukları organik asit, hidrojen peroksit ve bakteriyosin gibi patojenleri inhibe eden bazı bileşenlerden ötürü doğal bir seçici olarak rol oynamaktadır.⁸ Buna karşın peynirin doğrudan ya da dolaylı olarak kontaminasyonu sonucu *Listeria monocytogenes*, enterotoksin üretebilen *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Salmonella* türleri ve *Escherichia coli* O157:H7'den ileri gelebilen salgın vakaları meydana gelebilmektedir. Peynirde bulunabilen patojen mikroorganizmalardan biri olan *S. aureus* peynirlerden ileri gelen zehirlenmelerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.⁹

Gram pozitif fırsatçı bir patojen olan *S. aureus*, deri lezyonlarından septisemi veya menenjitte kadar değişen bir takım hastalıklara yol açabilmektedir. *S. aureus*'un bazı türleri gıdalarda stafilokokal enterotoksin (SE) üretebilmekte ve stafilokokal gıda zehirlenmelerine (SGZ) neden olabilmektedir. SE'ler *S. aureus*'un gıdalarda gelişimi sırasında oluşturulur. SGZ'nin semptomları olan abdominal kramplar, bulantı, kusma ve diyare, kontamine gıdaların tüketimini takiben 2-4 saat sonra gerçekleşmekte ve bireysel sağlık durumuna bağlı olarak şiddeti değişmektedir.¹⁰ SE'lere ait bugüne kadar birçok antijenik serotip (A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R ve U) tanımlanmıştır fakat gıda zehirlenmelerinin % 95'i klasik enterotoksinler (A, B, C, D ve E)'den ileri gelmektedir.¹¹ Enterotoksin A ise klasik enterotoksinler içerisinde en sık rastlanılan serotiptir.^{10,12} *S. aureus* ve toksinlerinin hastalık oluşturabilme yetenekleri bir takım ekstrinsik (örn., atmosfer, sıcaklık) ve intrinsik (örn., pH, su aktivitesi) faktörlerin etkisi altında gerçekleşir.^{13,14}

S. aureus'un doğal habitatı insan ve sıcakkanlı hayvanlardır. İnsanların yaklaşık % 40'ı çoğunlukla mukozal membranlarda yaşayan *S. aureus*'un asemptomatik taşıyıcısıdır. Gıda işçileri infekte deri lezyonlarıyla ve asemptomatik taşıyıcı olarak gıdaların kontaminasyonuna sebep olmasının yanı sıra subklinik mastitisli hayvanlardan

elde edilen süt ve çiğ sütten yapılmış süt rnleri *S. aureus* ile kendinden kontamine olabilmekte ve salgınlara yol açabilmektedir (Tablo 1.1).¹⁵

Tablo 1.1. Fransa’da Bazı Yıllara Ait Peynir Kaynaklı Bazı Stafilokokal Zehirlenme Vakaları

Salgın	Yıl	Muhtemel vaka sayısı/Hasta/Hospitalize edilen	İnkubasyon periyodu	Semptomlar	Gıda	Gıdadaki <i>S.aureus</i> miktarı (kob/g)	Gıda numunesindeki SE türü	Salgın
1	1981	B/4/B	4 saat	B	YSP	3.0x10 ⁷	SEA	D
2	1983	7/4/3	3 saat	AA, K	YSP	2.0x10 ⁶	SEA, SED	D
3	1983	B/4/0	3,5 saat	K, İ	YP	1.0x10 ⁴	Negatif	ř
4	1985	7/2/0	4-5 saat	K, İ	YP	3.0x10 ⁸	SEB	D
5	1985	B/3/0	2 saat	K, İ	YP	3.0x10 ⁷	SEB	D
6	1986	B/B/B	B	B	KP	1.0x10 ⁶	SEB	D
7	1997	87/43/10	B	B	P	1.0x10 ⁷	+	D
8	1998	17/10/10	B	AA, K, İ	YSP	5.7x10 ⁶	Negatif	D
9	2000	B/B/B	B	B	KP	2.6x10 ⁴	SEA	D
10	2001	2/2/0	2 saat	AA, K, İ	YP	>1.5x10 ⁵	SEA	D
11	2001	17/17/12	2 saat	K	YP	2.9x10 ⁴	SED	ř

B, Bilinmiyor; AA, Abdominal ağırı; K, Kusma; İ, İshal; D, Doğrulandı; ř, şüpheli; YSP, Yarı sert peynir; YP, Yumuşak Peynir; KP, Koyun peyniri; P, çiğ sütten yapılmış peynir

Birçok peynir türünün üretimi ve olgunlaşması sırasında *S. aureus*’un gelişimi ve bazı vakalarda enterotoksin üretimi, sanitasyon öneminden dolayı bazı arařtırmacılar¹⁶⁻¹⁸ tarafından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar peynir tipi ve doğası ve starterlerin aktivitesi gibi bir takım faktörlerin etkisi altında farklılık göstermiştir. Bu yüzden *S. aureus*’un peynirdeki canlılığı hakkında genelleme yapmak tam olarak mümkün

değildir.¹⁹ Genel olarak peynirin yapımı sırasında *S. aureus* sayısının gramda 10^5 'in üzerine çıktığı durumlarda SE üretimi gerçekleşmekte ve intoksikasyon riski olduğu kabul edilmektedir. Peynirin yapım sürecinde önemli rol oynayan süt, starter kültür, pıhtılaşma ve peynir altı suyunun oluşumu, tuzlama ve salamura, olgunlaşma koşulları gibi faktörlerin *S. aureus*'un gelişimi ve enterotoksin oluşumu üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır.²⁰

Türkiye'de peynirlere ait mikrobiyolojik değerler Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde belirtilmiş ve bu yönetmeliğe göre çiğ süttten yapılmış peynirlerde M değeri koagülaz pozitif stafilokoklar için 1×10^5 , pastörize süttten yapılmış olanlarda ise 1×10^2 olarak belirlenmiştir.²¹

Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu ve Uluslararası Süt Ürünleri Federasyonu petri sayım metodu (PCA) ve en muhtemel sayı metodu (MPN) gibi konvansiyonel mikrobiyolojik sayım tekniklerini gıdalardaki mikrobiyolojik analizler için uygun görmektedir. Bu tekniklerden bazıları sayım ve tespit işlemlerinde 6 günden fazla süreye ihtiyaç gösterdiği için zaman kayıplarına yol açmaktadır. Düşük miktardaki mRNA'nın gıda matriksinden çekilerek eş zamanlı ölçülmesi esasına dayanan Real-time reverse transcription-quantitative PCR (RT-qPCR) yöntemi veya konvensiyonel olarak yapılan PCR'de var/yok prensibi bu yöntemlere göre daha hızlı ve hassas sonuç vermektedir.^{22,23}

Bu çalışmada *S. aureus* NCTC 10654 inokule edilmiş pastörize süttten üretimi yapılan beyaz peynirde farklı salamura ve olgunlaşma sıcaklığının *S. aureus* NCTC 10654'ün suşunun gelişimine, enterotoksin üretimine ve enterotoksin B üretiminden sorumlu olan gen bölgesi üzerine 90 günlük depolama periyodu boyunca olan kalitatif ve kantitatif etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Peynir ve Beslenme Açısından Önemi

Peynir, süt proteini olan kazeinin pıhtılaşmasıyla oluşan lezzet ve yapısı oldukça çeşitlilik gösteren fermente süt bazlı gıdasal ürünler için kullanılan genel bir isimdir. Peynir sözcüğü, kazein sözcüğünün de köken aldığı Latince *caseus*'den gelmektedir. Peynir sözcüğü Türkçeye ise Farsça süttten yapılmış manasına gelen panîr kelimesinden geçmiştir. Yazılı olarak peynir kelimesinin en eski karşılığı ise Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılan *Dîvânü Lugati't-Türk* kitabında "uyutmak" anlamında kullanılan udma ve udhıtma olarak geçtiği bilinmektedir. Farklı Türk lehçelerinde bışlak, irimçik, çıkıt, ciet, ağırımşık veya akermişik gibi farklı isimlerle adlandırılan peynirin, Tigris ve Euphrates nehri arasında yer alan bugünkü Türkiye'nin güneyinden Akdeniz kıyısına kadar olan sınırlara sahip Mezopotomya ovasında yaklaşık 8000 yıl önce ortaya çıktığı kabul edilmektedir.^{24,25}

Peynirin ortaya çıkışı hakkında bazı teoremler bulunmaktadır; paleolitik devirlerde hayvanın derisi ya da iç organları saklayıcı özelliği nedeniyle gıdaların muhafazasında kullanılmaktaydı. Bu iç organlardan biri olan abomazumda saklanan sütün buradaki proteolitik enzimlerle mayalanması üzerine lor haline gelmesiyle peynir tesadüfen bulunmuştur. Başka bir teoriye göre, "Kanana" adındaki tüccar bir Arap'ın koyun midesinden yapılmış tulum içinde taşıdığı sütünün tesadüfen pıhtılaşması ile peynirin ortaya çıktığı ileri sürülmektedir.²⁶

Peynir, sütün pıhtılaştırılmasıyla ve elde edilen peynir altı suyunda protein/kazein oranının sütteki miktarından fazla olmadığı olgunlaştırılmış veya olgunlaştırılmamış yumuşak, yarı sert, sert veya ekstra sert çeşitleri bulunan bir süt ürünüdür.²⁷ Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği Taslağına göre ise "hammaddenin uygun

bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peynir altı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanılarak ya da kullanılmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellik gösteren tüm süt ürünleri” şeklinde tanımlanmaktadır.²⁸ Daha geniş tanımlamayla peynir, çabuk bozulabilen sütün rutubet oranının azaltılarak, konsantre, yüksek besin değerli ve uzun süre bozulmadan saklanabilen bir yapıya dönüşmesiyle elde edilen bir üründür.²⁹

Çeşitli peynir tipleri kullanılan sütün orijinine (inek, koyun, keçi, manda), üretimine (rennet, ultrafiltrasyon), yapısına (yumuşak, yarı sert, sert, ekstra sert), yağ içeriğine (tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı, natürel), fermentasyon tipine (laktik asit, laktik ve propiyonik asit, bütirik asit), yüzeyine (sert, yumuşak, küflü) ve iç yapısına göre (gözenekli, küflü) sınıflandırılabilir. Aynı zamanda farklı olgunlaşma aşamalarında proteoliz ve lipoliz gibi fermentasyon olayları sonucu parçalanan laktoz, protein ve yağdan oluşturulan lezzet ve bazı biyoaktif bileşenlerine göre de farklılık gösterebilmektedir (Tablo 2.1). Buna bağlı olarak peynir piyasada arz edilen şekliyle oldukça geniş bir varyete göstermektedir. Peynir, orijinine göre daha çok inek sütünden temin edilmektedir. Bileşikler açısından değerlendirildiğinde yağ, protein ve suyun yanı sıra vitamin, mineral ve iz elementler temel olarak peynirin yapısını oluşturmakta, laktoz ise eseri miktarda bulunmaktadır.³⁰

Peynirin olgunlaşması birden fazla reaksiyonun eş zamanlı ve birbiriyle bağlantılı olarak gerçekleştiği kompleks bir süreç olup tüketime uygun hale gelmesinde oldukça önemli bir süreçtir. Peynirde bulunan makromoleküller (yağ, protein, laktoz,

vb.,) peynirin olgunlaşmasına katkı sağlayarak mikrofloranın gelişimi, rezidüel laktozun ve sitratın metabolize olması, proteoliz, lipoliz ve sekonder reaksiyonlar'ın (yağ asidi katabolizması, aminoasit katabolizması ve laktatın metabolize olması) oluşumunda temel rol oynamaktadır.³¹

Tablo 2.1. Bazı Peynir Tiplerine Ait Ortalama Kimyasal Kompozisyon (g/1000)

	Su	Protein	Yağ	Laktoz	Vitamin+ Mineral
Taze peynir	700	110	80	30	80
Yumuşak peynir	520	200	220	0	60
Yarı sert peynir	400	250	270	0	80
Sert peynir	350	270	310	0	70
Ekstra sert peynir	300	290	330	0	80

Peynirde bulunan yağların yaklaşık olarak % 65'i doymuş, % 30'u tekli doymamış ve % 5'i ise çoklu doymamış yağ asiti içermektedir. Peynirde bulunan doymuş yağ asitlerinin oranı ve yağ içeriğini azaltmak amacıyla yapılan girişimler, peynirin organoleptik ve fonksiyonel özelliklerini azalttığı için sınırlı bir başarı göstermiştir. Peynirin kolesterol içeriği birçok hayvan kaynaklı gıda ile karşılaştırıldığında daha düşük seviyededir (10-100 mg/100 g). Beslenme açısından bakıldığında peynirdeki kolesterol oranı doymuş yağ asidi seviyesinden daha az bir öneme sahiptir.^{32,33} Ruminant lipidleri, antioksidatif ve antikanserojenik niteliğe sahip olduğu düşünülen konjuge linoleik asit (CLA) seviyesi bakımından oldukça zengindir. Süt ve peynir hayvan rasyonlarındaki linoleik asit miktarına bağlı olarak miktarı değişebilen CLA'nın önemli bir kaynağını oluşturmaktadır.³⁴

Peynir % 4-40 arasında değişmek üzere yüksek kalitede protein içermektedir. Birçok peynir türünde proteinin büyük bir kısmını sülfür içeriği az olan aminoasitlerden meydana gelmiş kazein oluşturmaktadır. Ayrıca kazeinden başka, α - laktoalbumin, β - laktoglobulin, immunoglobulinler, laktoferrin, proteoz-pepton fraksiyonları ve transferrin ile albumin gibi serum proteinlerini de içermektedir. Sütte bulunan toplam proteinle karşılaştırıldığında peynir 91-97 biyolojik değeriiliğe sahiptir.³⁵ Bunun sebebi ise peynirde bulunan proteinin sindirilebilirliği olgunlaşma esnasında ortaya çıkan proteoliz nedeniyle sütte bulunan proteine göre yüksek olmasıdır. Sütte bulunan toplam proteinin % 75'den daha azı rennetle elde edilmiş peynirde geri alınmaktadır. Peynirin metiyonin ve sistein haricindeki bütün aminoasitleri yetişkin veya çocuklar için tavsiye edilen miktarın üzerinde içediği bildirilmiştir.³⁶ Peynir, içeriğindeki protein ve aminoasitlerin yanı sıra son 30 yıldır insan beslenmesinde önemli rolü olduğu düşünölen proteinlerin proteoliz sonucu ortaya çıkan aminoasitlerden meydana gelmiş biyoyaktif peptidleri içermesi bakımından da oldukça önemli bir süt ürünüdür. Bu yapılar proteinlerle birlikte özel aminoasit sekanslarıdır ve proteinlere bağlı oldukları zaman biyolojik olarak inaktif durumdadırlar. Bu peptidlerin; opioid, kan basıncını azaltıcı, mineral bağlayıcı, antimikrobiyel, bağışıklık sistemini düzenleyici, anti-karsinojenik, anti-kariyojenik, anti-trombotik, anti-inflamatorik ve kolesterol düşürücü gibi birçok niteliğe sahip olduğu düşünölmektedir.³⁷

Süt ve süt ürünleri farklı miktarlarda olmak üzere bütün vitamin ve mineralleri içerirler. Bu minerallerden biri olan kalsiyumun miktarı yarı sert ve sert peynirlerde ortalama 6-11 g/kg düzeyindedir. Bu miktar, tankütünün asidifikasyonundan ötürü yumuşak peynirlerde daha düşük düzeydedir. Üretim sürecinde pH'da meydana gelen hızlı düşüş; kalsiyum, fosfor ve çinkonun suda çözünebilir bir forma dönüşmesine yol açmakta ve bu yüzden peynir altı suyuna doğru bir mineral kaybı yaşanmaktadır. Buna

rağmen peynir sahip olduğu mineral içeriği bakımından oldukça zengin bir gıdadır.³⁸ Bir porsiyon sert peynir ile günlük tavsiye edilen A vitamini miktarının % 15'i, B₂ vitamininin % 10' u, B₆ vitamininin % 20'si ve B₁₂ vitamininin yaklaşık olarak % 40'ı karşılanmaktadır. Peynirin içeriğindeki B vitamini ve folik asit seviyesi olgunlaşma türü ve olgunlaşma parametrelerine (sıcaklık, zaman, vb.) bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.^{38,39} Bunların dışında β -karoten, ksantofil ve Vitamin E gibi yağda çözünebilir bileşikler üretim sürecinden ziyade sütün orijinine bağlı olarak farklılık arz etmektedir.⁴⁰

Laktozun % 94'ü peynir yapım sürecinde peynir altı suyu geçmekte kalan kısım ise L-laktat ve D-laktat'a veya glukoz ve galaktoza dönüştürülmektedir. Peynirdeki laktoz içeriği genel olarak 1g/100g düzeyindedir.⁴¹ Peynirdeki laktoz seviyesinin çok düşük olması çoğu yetişkin popülasyonu açısından oldukça önemli bir avantajdır. Çünkü dünya yetişkin nüfusunun yaklaşık olarak % 70'i laktozu tolare edememektedir. Bu yüzden özellikle laktoz intoleransına sahip olan bireyler peynir tüketerek kalsiyum gibi diyetlerinde önemli yer tutan mineralleri alarak sağlıklı bir beslenme sağlayabilirler.^{42,43}

Peynir içeriğindeki bileşenlerle insan sağlığı açısından oldukça önemli olumlu bir takım etkilere sahiptir. Başta diş çürükleri olmak üzere kilo kaybı veya anti obezite, antihipersensivite, kemik gelişimi ve antikarsinogenik etki olmak üzere birçok olumlu etkisi bildirilmiştir.⁴⁴

2.2. Peynirlerin Sınıflandırılması

Peynirler genel olarak olgunlaşma süresi, tekstür, yapım metodu, yağ içeriği, süt orijini, ülke veya bölge orijini gibi kriterlere göre sınıflandırılmakta ve buna bağlı olarak birçok tipte peynir üretilmektedir. En yaygın ve geleneksel sınıflandırma rutubet,

yağ içeriği ve olgunlaştırma ve sertleştirme yöntemine göre yapılmaktadır. Uluslararası Süt Ürünleri Federasyonuna göre dünyada yaklaşık olarak 500 farklı tipte peynir üretimi olmaktadır.³³ Codex Alimentarius'a göre peynirler sertlik bakımından ekstra sert, sert, yarı sert ve yumuşak olmak üzere 4 ana grupta toplanmıştır. Bu sınıflandırmada olgunlaşma süresi de dikkate alınmış ve olgunlaşmış, küfle olgunlaşmış, olgunlaşmamış ve salamurada şeklinde ilave bir tablo belirtilmiştir (Tablo 2.2).⁴⁵

Tablo 2.2. Sertlik ve Olgunlaşma Karakteristiğine Göre Sınıflandırma

SERTLİK		OLGUNLAŞMA
% MFFB	Tip	
< 51	Ekstra sert	Olgunlaşmış
49-56	Sert	Küfle olgunlaşmış
54-69	Yarı sert	Olgunlaşmamış
> 67	Yumuşak	Salamurada

MFFB: Yağ Bazlı Olmayan Rutubet Oranı

$$MFFB = \frac{\text{Peynirdeki rutubet miktarı} \times 100}{\text{Toplam Peynir Miktarı} - \text{Peynir Yağ Miktarı}}$$

Türk Gıda Kodeksi ise kuru maddelerindeki yağ oranlarına göre tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı ve yağsız peynir olmak üzere dört ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmadan başka içerdikleri rutubet miktarlarına göre ise ekstra sert, sert, yarı sert, yarı yumuşak ve yumuşak peynir olarakta sınıflandırma yapılabilir (Tablo 2.3).²⁸

Başta Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri olmak üzere Türkiye’de 150’den fazla peynir çeşidi bulunmaktadır. Türkiye’de bulunan peynir profili yöresel olarak da farklılık göstermekte her yöreye ait peynir çeşiti de bulunmaktadır. Pıhtısı yüksek sıcaklıkta elde edilen çivil, çeçil, hellim, dil peyniri; küfle olgunlaştırılan küflü peynir;

yöresel otların kullanımıyla elde edilen Van otlu peyniri yöresel olarak üretimi yapılan peynirlere örnek olarak verilebilir.

Tablo 2.3. Kuru Maddede Yağ ve Rutubet Miktarına Göre Peynir Sınıfları

Kuru Maddede Yağ (g/100 g)		Rutubet Miktarı (%)	
Tam yağlı	> 45	Ekstra sert	< 49
Yarım Yağlı	> 25-45	Sert	< 49-57
Az yağlı	> 10-25	Yarı sert	< 57-64
Yağsız	< 10	Yarı yumuşak	< 64-70
		Yumuşak	> 70

2.3. Beyaz Peynir

Beyaz peynir, salamurada bekletilerek olgunlaştırılan inek, koyun ve keçi sütünün veya bunların uygun oranlarda karışımıyla üretimi yapılan yarı sert peynir grubu içerisinde yer alan peynir türüdür. Koyun sütünden üretimi yapılan peynirlerde ortalama verim 26-28 kg.100 kg⁻¹ iken keçi veya inek sütünden yapılanlarda 15-16 kg.100 kg⁻¹'dir. Bu peynir türü kabuksuz, beyaz renkte, orta sertlikte, homojen, deliksiz ve normalde tuzlu asidik lezzete sahipken koyun sütünden yapılanlarda hafif keskin lezzet oluşturan bir peynirdir. Geleneksel olarak üretimi yapılan Türk Beyaz Peynirinde starter kullanılmamaktadır. Bu yüzden karakteristik aroma ve lezzet, sütte ve ürünün yapıldığı çevrede bulunan laktik flora tarafından oluşturulur. Endüstriyel uygulamalarda ise *Lactococcus lactis* ve/veya *L. cremoris* türlerinin oluşturduğu mezofilik starter

bakteriler kullanılarak pastörize süttten (63 °C’de 30 dk veya 72 °C’de 15 sn) üretimi yapılmaktadır.^{46,47}

Klasik Beyaz peynir üretiminde standardize edilmiş bir kazein-yağ oranı olmamasına karşın endüstriyel uygulamalarda yüksek kalitede beyaz peynir elde etmek için 0.8:0.9 oranının optimum olacağı bildirilmiştir. Beyaz peynir üretiminde kullanılacak süt genel olarak ticari buzağı rennetleri ile pıhtılaştırılmaktadır. Fakat artan peynir tüketimi beraberinde rennete olan talebi artırmış, enzim ekstraktı elde etmek için gerekli kesilen genç hayvan sayısının az olması ihtiyacı karşılayamamıştır. Bu yüzden mikroorganizmalardan elde edilen proteinaz dahil diğer koagulant ajanlar beyaz peynir üretiminde gittikçe artan bir popülerizme sahiptir (Tablo 2.4).⁴⁸

Tablo 2.4. Süt Koagulantlarının Beyaz peynirin Özelliklerine Etkisi.

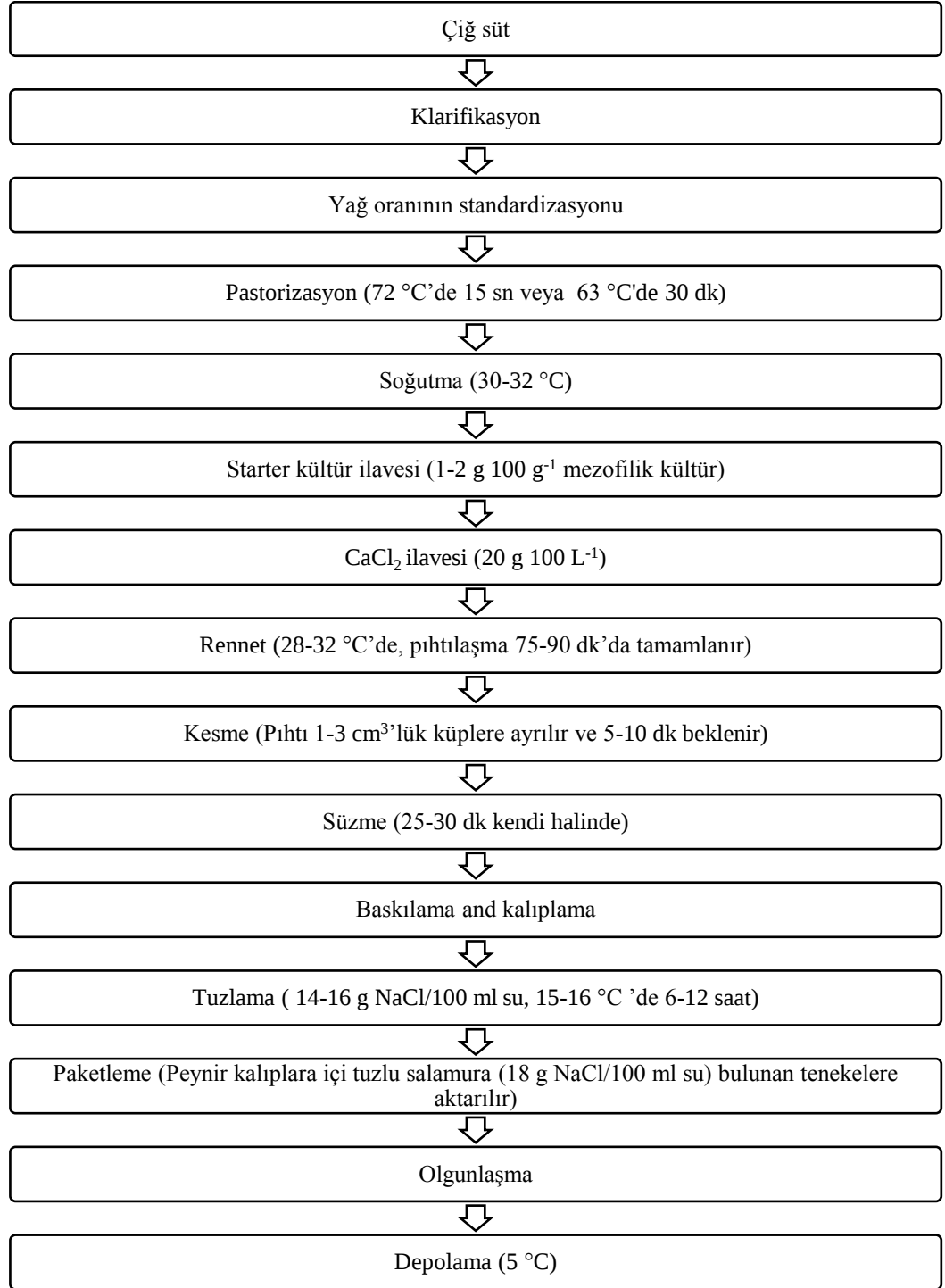
Koagulant	Peynirdeki Etkisi	Referans
Fromaz ve rennilaz (<i>Rizomuchor miehei</i>)	Peynir verimi, asidite, kuru madde ve yağ miktarına etkisi yok fakat hızlı proteoliz	Yeşilyurt, 1992.
Mikrobiyel koagulant (R. <i>miehei</i>)	Proteoliz buzağı renneti kullanılarak yapılan peynire göre daha hızlı	Yetişmeyen ve ark., 1998.
Fromaz 46T (R. <i>miehei</i>)	En hızlı olgunlaşma sırasıyla Fromaz, Rennilaz, buzağı renneti ve Maxiren ile olmuştur.	Saldamlı ve Kaytanlı, 1992.
Rennilaz 150L (R. <i>miehei</i>)		
Maxiren 50 (<i>Kluyveromyces marxianus</i>)		
Sıvı ticari rennet (% 90 kimozin and % 10 pepsin)		
Kanatlı pepsini veya buzağı renneti ile karışımları	Peynirlerlerin kimyasal ve duysal kalitesi açısından herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.	Uysal ve ark., 1996

Ticari olarak üretimi yapılan Beyaz peynir için öncelikle çiğ sütler klarifikasyona tabi tutulur ardından kazein/yağ oranı standardize edilerek 72 °C’de 15 sn veya 65 °C’de 5 dk veya 63 °C’de 30 dk süreyle pastörizasyon işlemi gerçekleştirilir. 32 °C’ye kadar soğutulduktan sonra süt, peynir teknelerine aktarılır ve 1-2 g/100 L starter kültür ve 0.2 g/L CaCl₂ olacak biçimde katkı maddeleri ilave edilir. İlavelerden sonra süt bu şekilde 30 dk tutulur ve 90 dk’da pıhtılaşması gerçekleşecek olan süte uygun bir seviyede (10 g/100 kg) sıvı rennet ilavesi yapılır. 30-45 dk sonra süt jel formunu almaya başlar ve 75-90 dk sonra jel daha sıkı bir hal alır.

Oluşan koagulum küp şeklinde (2 cm³) kesilir ve pıhtıdan peynir altı suyunun ayrılması için 5-10 dk kendi haline bırakılır. Pıhtı bez ile kaplanmış değişik boyutlardaki paslanmaz çelikten yapılmış kalıplara aktarılır. Peynirin yüzeyine cendere bezi çekilerek pıhtıyı sıkılaştırmak üzere plakalara ağırlık konulur. Baskı işlemi oda sıcaklığında (21 °C) 3-6 saat süreyle veya peynir altı suyunun geçişi duruncaya kadar gerçekleştirilir. 100 kg peynir için 20-40 kg’lık bir ağırlık yeterli olmaktadır. Baskı işleminden sonra ağırlıklar ve cendere bezi kaldırılır ve 7x7x7 veya 7x7x10 cm³’lük 350-500 g olacak biçimde bıçakla bloklama işlemi yapılır. Elde edilen kalıp peynirler tuzlu salamurada (14-16 g tuz/100 ml su) 6-12 saat süreyle bekletilir. Salamura edilmiş kalıplar daha sonra 18 litrelik tenekelere aktarılarak üzerine tekrar tuzlu salamura eklenir. Tenekelerdeki peynir olgunlaştırıldıktan sonra tüketime hazır hale getirilir (Şekil 2.1).⁴⁹

Peynir imalatında kullanılan sütlerin yetersiz pastörizasyonu ve olgunlaşma sürecinde ve koruma koşullarında bakteriyel kontaminasyon, peynir mikroflorasının gelişimini ve kalitesini etkilemektedir. Peynire işlenecek sütlerde *S. aureus*, *Salmonella* türleri, *E. coli*, *Brucella* türleri ve *Mycobacterium tuberculosis* gibi çok sayıda ve değişik türde bakteriler bulunabilmektedir. Bu bakteriler, peynirin karakteristik özelliklerini

değiştirebildikleri gibi tüketilmesi sonucunda zehirlenmelere ve hastalıklara da neden olabilirler. Bu nedenle, çiğ süttten yapılan peynir tehlikeli olabileceğinden peynire işle-
necek süttün pastörize edilmesi gerektiği belirtilmiştir.⁵⁰



Şekil 2.1. Beyaz Peynirin Yapım Akış Diyagramı

Peynir üretiminde; maya aktivitesi, mayanın pıhtıda alıkonması, peynir verimi, peynir kuru maddesi ve peynirde asitlik gelişimi ve olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal değişim gibi birçok faktöre starter kültür kullanımı etki göstermektedir. Peynir üretiminde kullanılan starter kültürün tipi ve aktivitesi ürünün güvenliği ve kalitesinin yanı sıra koliform grubu bakterilerin kontrolü, telemede alıkonan laktoz miktarının düşürülmesi ve ortam pH'sının arzulanan düzeye ulaşması açısından oldukça önemlidir.⁵¹

Geleneksel yöntemle peynir yapımında basit olarak çiğ süt, mayalama sıcaklığına getirilerek rennet ilave edilir, oluşan pıhtının kesilmesinin ardından peynir altı suyu süzülerek kuru tuzlama ya da salamura bekletme yöntemi ile tuzlama işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntemde çiğ sütte bulunan patojenlerin imhası sadece florada yer alan laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan bakteriyosin ve diğer metabolitlerin etkisiyle olmaktadır. Bu etkinin belirli bir süre içerisinde olmasından ötürü yasal zorunluluk olarak peynirlerin 90 gün olgunlaştırılması gerekmektedir.⁵²

Beyaz peynirin olgunlaşması, peynirin yapısını oluşturan kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerine ait değişimlerin eş zamanlı ve birbiriyle bağlantılı olarak gerçekleşerek tüketime uygun hale gelmesinde oldukça önemli bir süreçtir. Bu değişimler bazı araştırmacılar tarafından irdelenmiş ve bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Atasever ve ark.⁵³ olgunlaşma periyodu boyunca beyaz peynirin duysal, mikrobiyolojik ve kimyasal kompozisyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada peynir örneklerinin kuru madde, kuru maddede yağ, tuz, kül ve asiditesini sırasıyla % 35.41-39.48, % 42.54-46.10, % 10.80-11.46, % 12.33-13.49 ve % 0.61-1.11 aralıklarında değiştiğini bildirmişlerdir. Olgunlaşma periyodu boyunca toplam mezofilik bakteri ve

laktobasil sayısının artmasına rağmen 30. günden sonra pH'nın düşmesi ve yüksek tuz konsantrasyonuna bağlı olarak 3 aylık olgunlaşma süresi sonunda nisbeten birçok mikroorganizma gurubu sayısının daha düşük düzeylere indiğini belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada Topçu ve Saldamlı⁵⁴, +4 °C'de 90 gün boyunca olgunlaştırılan beyaz peynirin toplam kuru madde, kuru maddede yağ, tuz, pH, ve titre edilebilir asiditeyi ortalama olarak sırasıyla 39.80-41.75 (g/100 g), 49.12-49.91 (g/100 g), 8.69-9.35 (g/100 g), 4.39-4.68, 0.73-1.12 (g laktik asit/ 100 g) değer aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir.

Güler ve Uraz⁵⁵ beyaz peynirin proteolitik ve lipolitik aktivitesi ile duyuşal özellikler arasındaki ilişkiyi irdelikleri bir çalışmada toplam kuru madde, titre edilebilir asidite, pH değeri, kuru maddede yağ, tuz, toplam nitrojen, suda çözünebilir nitrojen, olgunlaşma indeksi, tirozin miktarı, asitlik derecesi, uçucu yağ asitleri ve toplam serbest yağ asiti miktarını sırasıyla ortalama 44.39 g/100 g; % 2.15 (laktik asit cinsinden); 4.50; 47.80 g/100 g; 8.65 g/100 g; 2.50 g/100 g; 0.48 g/100 g; % 18.98; 65.00 mg/100 g; 385.96 mg KOH/100 g yağ; 15.54 ml 0.1 N NaOH/100 g ve 1325.96 mg/100 g peynir olarak bildirmişlerdir. Lezzet ve aroma için duyuşal analiz değerlerini ise sırasıyla 23.67 (35 üzerinden) ve 8.28 (10 üzerinden) olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların istatistiksel değerlendirmesine göre peynirin kimyasal kalitesinin lezzet üzerine yüksek oranda etkisinin bulunduğu bildirilmiştir.

Türkiye'de klasik (standart) beyaz peynirin, genellikle 72°C'de 15 saniye pastörize edilen süttten, starter kültür olarak *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*'in yanı sıra pH'yı daha çabuk düşüren *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* kullanılarak üretilmesi öngörülmektedir.⁵⁶

Karakuş ve ark.⁵⁷ üç farklı işletmeden alınan ve starter kültür kullanılmadan üretilmiş beyaz peynirlerden üç aylık olgunlaşma dönemi başlangıcı ve sonunda 348 bakteri suşu izole etmişlerdir. Bu bakteri suşlarından 111'ini *Enterococcus faecalis*, 73'ünü *E. Faecium*, 55'ini *Lactococcus lactis* subps. *lactis*, 38'ini *Lactobacillus casei* ve 33'ünü de *L. plantarum* olarak tanımlamışlardır. Durlu-Özkaya ve ark.⁵⁸ 17 beyaz peynir örneğinden fenotipik karakterizasyonuna göre izole ettikleri laktik asit bakterilerinin 10'unu *E. durans*, 26'sını *E. faecium*, 6'sını *E. faecalis*, 6'sını *E. hirae*, 3'ünü *Lactobacillus paracasei*, 15'ini *Lb. plantarum*, 12'sini ise *L. Lactis* olarak tanımlamışlardır.

Beyaz peynirde mevcut önerilen starter kombinasyonları dışında farklı suş ve türlerin kalite üzerine olan etkisini incelemek üzere farklı çalışmalar yürütülmüş ve bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Dağdemir ve ark.⁵⁹ DVS-3 (*Lc. lactis* ssp. *lactis* + *Lc. lactis* ssp. *cremoris* R-707) ile normal liyofilize kültür (*Lc. lactis* ssp. *lactis* + *Lc. lactis* ssp. *cremoris*), DVS-1 (*Lc. lactis* ssp. *lactis* + *Lb. helveticus* LBB 310) ve DVS-2 (*Lc. lactis* ssp. *lactis* + *Lc. lactis* ssp. *cremoris* + *Str. thermophilus*) liyofilize kültürü kullanarak ürettikleri Beyaz peynir örneklerinde DVS-2 kültürü kullanılarak üretilenlerde toplam kuru madde, protein ve yağ oranının daha yüksek, DVS-3 ve liyofilize kültür kullanılarak üretilen peynirlerde ise titre edilebilir asitliğin daha yüksek ($p<0.01$) olduğunu ayrıca liyofilize kültür kullanılarak üretilen peynirin olgunlaşma indeksi değerinin DVS kültürleri ($p<0.05$) kullanılarak üretilen peynirlerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler sonucu normal liyofilize kültür kullanılarak üretilen peynirlerin duysal ve mikrobiyolojik özelliklerinin diğer kültürlerle göre daha üstün olduğu ve Beyaz peynirin üretiminde DVS-3 ile normal liyofilize kültür karışımlarının kullanımını tavsiye etmişlerdir.

Hayaloğlu ve ark.⁶⁰ beyaz peynir üretiminde starter olarak kullanılan 4 laktokok (UC317, NCDO763, HP VE SK11) türünün 90 günlük olgunlaşma periyodundaki performansını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre farklı starterlerin kimyasal bileşim, pH ve duyuşal özelliklerde herhangi bir değişime yol açmadıkları ancak NCDO763 suşu kullanılarak üretimi gerçekleştirilen beyaz peynirde serbest yağ asiti miktarının, SK11 suşu kullanılarak üretilenlerde ise serbest aminoasit miktarının diğer peynirlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Göncüoğlu ve ark.⁶¹ *Enterococcus faecium*'un yüksek sıcaklıkta pastörize edilen süttten Türk beyaz peynirinde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılabilirliğini araştırdıkları bir çalışmada iki tipte (klasik-yüksek pişirme) üretilen beyaz peynir, +4°C'de 90 gün olgunlaştırılmış ve olgunlaşma periyodunun farklı aşamalarında mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal nitelikler yönünden incelemişlerdir. Olgunlaşma süresi sonuna kadar, her iki peynir tipine ait deneme gruplarında *E. faecium* FAIR-E 198'in, 10⁷ kob/g düzeyinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Laktik asit yönünden iki peynir tipi arasında farklılık belirlenememesine karşın, kuru madde, kuru maddede yağ, kuru maddede tuz ve protein içeriği yönünden iki peynir tipi arasında farklılık bulunduğu ve en yüksek duyuşal puanların ise klasik peynirin deneme grubuna ait olduğu gözlenmiştir. Çalışma bulgularına göre *E. faecium* FAIR-E 198'in beyaz peynirin daha kısa sürede tüketime sunulmasını sağlayabileceği ve beyaz peynir üretiminde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Yılmaztekin ve ark.⁶² probiyotik olarak kullanılan *Bifidobacterium bifidum* BB-02 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5'in farklı 2 inokulum seviyesinde (% 2.5 ve % 5) 90 gün boyunca beyaz peynirdeki canlılığı üzerine yapmış oldukları bir çalışmada yüksek oranda inokulasyon yapılan peynirlerde daha hızlı proteoliz şekillendiğini tespit etmişlerdir. 90 günlük periyodun sonunda olgunlaşma katsayısı oranlarının % 5

oranında probiyotik katılan peynirlerde % 28.3, % 2.5 oranında probiyotik katılanlarda % 23.6 ve kontrol peynirinde ise % 23.6 olduğunu tespit etmişlerdir. Bu periyod sonunda probiyotik kolonilerinin minimum probiyotik etki için eşik değeri olan 10^6 düzeyine indiğini bildirmişlerdir.

Tüm peynirlerin temel üretim aşamasında yer alan pıhtılaşma, protein fraksiyonlarının stabilizasyonunun bozulması sonucu sütün sıvı halden jel haline geçmesidir.⁶³ Süte rennet enzimi ilavesi ile üretilen peynirler rennet-pıhtı peynirleri olarak tanımlanmakta olup, dünya peynir üretiminin % 77'sini oluşturmaktadır. Beyaz peynir üretiminde, ticari sıvı peynir mayası kullanılmaktadır. Ticari Beyaz peynir mayaları, mikrobiyal veya hayvansal kaynaklı (şirden mayası) olabilmektedir. Mikrobiyal rennet ucuz olması nedeniyle, peynir üretiminde dünyanın birçok ülkesinde buzağı rennetinin yerine kullanılmaktadır.⁶⁴ Beyaz peynir üretiminde farklı pıhtılaştırıcı ajanların kalite üzerine olan etkileri bazı çalışmalarla ortaya konulmuş ve aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Çepoğlu ve Güler-Akın⁶⁵; buzağı renneti, rekombinant kimozi (*Aspergillus niger var. awamori*) ve mikrobiyal rennetin (*Rhizomucor miehei*) beyaz peynirin kimyasal ve organoleptik özelliklerine olan etkisini 60 gün boyunca izledikleri bir çalışmada rekombinant kimozi kullanarak üretilen peynirlerde kuru madde ve titre edilebilir asidite düşük olmasına karşın panelistlerden daha yüksek oranda puan almıştır. Bu sonuca göre rekombinant kimozi uygulanarak üretilen beyaz peynirlerin tüketici açısından daha cazip olacağı bildirilmiştir.

Beyaz peynirin olgunlaştırılmasında önemli bir yeri olan tuz, çeşitli oranlarda (12 g NaCl·100 g⁻¹ su, 14 g NaCl·100 g⁻¹ su, 16 g NaCl·100 g⁻¹ su, 18 g NaCl·100 g⁻¹ su) hazırlanan salamura suyu ve salamura öncesi kuru tuzlama şeklinde üretimde

kendine yer bulmaktadır. Tuzlama; mikrobiyel gelişimin kontrolü, peynir altı suyunun peynir matriksinden uzaklaştırılması ve peynirin tekstür ve karakteristik lezzetinin gelişiminde peynirin yapım süreci için oldukça önemli bir basamaktır.^{66,67}

Bakırcı ve ark.⁶⁸ farklı salamura konsantrasyonları (11, 14 ve 17 g NaCl·100 g⁻¹ su) ve olgunlaşma periyodunun beyaz peynirdeki bazı kalite özelliklerine olan etkisini inceledikleri bir araştırmada tuz konsantrasyonunun toplam kuru madde, protein, kül, pH ve suda çözünebilir nitrojen değerlerini önemli oranda etkilemesine karşın yağ, lipoliz, TCA'da çözünebilir azot oranı ve PTA-SN değerlerine etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada Güven ve ark.⁶⁹; % 12, % 14, % 16 ve % 18'lik 4 farklı tuz konsantrasyonunun pH değeri, kuru madde, toplam protein, sertlik, % 12'lik TCA'da çözünebilir nitrojen fraksiyonu ve β -kazein hidrolizine önemli oranda etkisinin bulunduğunu belirlemişlerdir. % 12'lik salamurada olgunlaştırılan beyaz peynirin yapılan duyusal testlerde en yüksek lezzet puanına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda % 14'lük salamuranın üzerindeki konsantrasyonlarda olgunlaştırılan peynirlerin proteoliz seviyesi ve genel kabul edilebilirliğinin daha düşük olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Beyaz peynir üretiminde farklı kimyasal ve fiziksel uygulamalar yapılarak tüketicinin beğenisini artıracak bazı uygulamalar çeşitli araştırmacılar^{70,71} tarafından irdelenmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

Süt endüstrisinde önemli 2 uygulama olan homojenizasyon ve pastörizasyon işlemleri süt ve süt ürünlerinin kalitesi üzerine pozitif etkileri bulunmaktadır. Tunçtürk ve ark.⁷⁰ farklı homojenizasyon basınçları (10 MPa ve 20 MPa) ve pastörizasyonun (65 °C'de 30 dakika) beyaz peynir ve peyniraltı suyunun bileşimine etkisini inceledikleri bir çalışmada peynir örneklerinin düzeltilmiş randıman değerlerinin homojenize ve

pastörize örneklerde arttığını saptamışlardır. Homojenize süttten üretimi yapılmış peynir örneklerinin kuru madde, yağ ve kuru maddede yağ oranları yüksek çıkarken, kurumaddede protein ve kurumaddede kül oranlarının düşük bulunduğunu buna karşın pastörizasyon işleminin peynir örneklerindeki kül ve kalsiyum miktarını artırdığı bildirilmiştir. Sonuç olarak homojenizasyon ve pastörizasyon işlemlerinin Beyaz peynirin bileşimi üzerine olumlu etki yaptığını belirtmişlerdir.

Peynir yapımında sorbik asit ve potasyum tuzunun % 0.05- 0.1 arasında değişen oranlarda kullanılmasının peynirin kimyasal bileşimi ve tüketici beğenisi üzerinde çok az değişiklikler meydana getirdiği bilinmektedir. Deneysel olarak beyaz peynir yapımında kullanılan süt ve salamura suyuna değişik oranlarda (% 0.15 ve 0.30) ilave edilen potasyum sorbatın ürünün olgunlaşma periyodunun 1., 15., 30. ve 60. günlerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada⁷¹, potasyum sorbat uygulamasının peynirin kimyasal nitelikleri yönünden rutubet, yağ, tuz ve kül miktarlarına etkili olmadığı buna karşın peynirlerin pH değerini yükselterek, asidite değerini ise azaltarak etki yapmış ve olgunlaşmayı geciktirdiği tesbit edilmiştir. Mikrobiyolojik açıdan ise koliform grubu, fekal streptokok mikroorganizma sayısı ve maya ve küf üzerine etkili olduğu, buna karşılık toplam canlı, Laktobasillus ve Staphylococcus-Micrococcus mikroorganizmaları üzerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

2.4. Beyaz Peynirin Mikrobiyolojisi

Geçmişte peynir gibi süt ürünleri “güvenilir gıda” olarak sınıflandırılırken, üretimin çeşitli aşamalarında patojen mikroorganizmalar ve/veya onların toksinleriyle kontamine peynirlerin tüketimine ilişkin olarak ortaya çıkan enfeksiyon ve intoksiyonlar 1980’lerden sonra rapor edilmiştir. Bu durum halk sağlığını riske atmakta ve peynirde

kalite defektlerine yol açarak büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır.⁷² Tüm dünyada sevilerek tüketilen ve yüzlerce çeşidi bulunan peynirin mikrobiyolojik kalitesi bu bakımdan oldukça önemlidir.

Geleneksel yöntemlerle üretilen Beyaz peynir, çiğ sütün ve/veya üretim aşamalarında ve/veya üretim sonrasında patojen bakteriler ile kontamine olmaktadır. Temelli ve ark.⁷³ beyaz peynir üretiminde mikrobiyolojik kontaminasyon kaynaklarını belirlemeye yönelik yapmış oldukları bir araştırmada 29 farklı kontrol noktası veya örnek tipi (çiğ süt, pastörize süt, peynir teknesindeki süt, pıhtı, tuzlamadan önce kalıplanmış peynir, tuzlamadan sonra kalıplanmış peynir, soğukta muhafaza edilen peynir ve vakum paketlenmiş peynir; starter kültür, rennet, kalsiyum klorür solüsyonu, salamura, peynir teknesi, cendere bezi, polietilen ayırıcı levha, süt karıştırıcı, pıhtı kesme bıçağı, yan baskı plaka, üst baskı plaka, teknedeki peyniri porsiyonlama bıçağı, peynir tepsisi, paketleme materyali; işçilerin elleri, soğutma odası ve üretim yerinin havası, zemini, duvarları ve içilebilir su) toplam aerobik mezofilik bakteri, stafilokok, koagulaz pozitif stafilokok, enterobakter, enterokok, koliform, *Escherichia coli*, psikrofilik bakteri ve küf ve maya yönünden sayım işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan çalışmaya göre koagulaz pozitif stafilokok, enterokok ve psikrofilik bakterilerin muhtemel kontaminasyon kaynağının starter kültür; salamura ve üst baskı plakanın stafilokok; zemin ve paketleme materyalinin psikrofilik bakteri; peynir teknesi, cendere bezi ve pıhtı kesme bıçağının toplam mezofilik bakteri; soğutma odası ve üretim yeri havasının küf ve mayalar için potansiyel kontaminasyon kaynağı olabileceği bildirilmiştir.

Beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesini ve farklı mikroorganizmaların beyaz peynirdeki canlılığını irdelemek amacıyla birçok çalışma yapılmış ve aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Kurşun ve ark.⁷⁴ Burdur il merkezindeki semt pazarlarından satın alınan 100 adet beyaz peynir örneği mikrobiyolojik yönden analiz etmişlerdir. Peynir örneklerini toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB), mikrokok ve stafilokok, koagulaz pozitif stafilokok, koliform, *Escherichia coli* (*E. coli*), enterokok, *Pseudomonas* spp., *Salmonella*, maya ve küf yönünden incelemişlerdir. Mikrobiyolojik analiz bulgularına göre örneklerin % 70'inde $\geq 10^7$ - 10^8 kob/g arasında TAMB sayısı, % 20'sinde $\geq 10^6$ kob/g mikrokok ve stafilokokların, % 40'ında $\geq 10^4$ kob/g koliform, % 20'sinde $\geq 10^3$ kob/g enterokok, % 15'inde $\geq 10^4$ kob/g *Pseudomonas* spp. ve % 20'sinde $\geq 10^4$ kob/g düzeyinde maya-küf ve örneklerin % 30'unda ise *Salmonella* izole edildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre semt pazarlarında satılan peynir örneklerinin hijyenik kalitesinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Burdur yöresinde tüketime sunulan taze Beyaz Peynirlerde *Brucella* spp. varlığını araştırma için yapılan bir çalışmada⁷⁴ 100 adet peynir örneğinin 7'sinden (% 7) *Brucella* spp. izole edildiği ve bu etkenlerden 5'i (% 10) *B. abortus* ve 2'si (% 4) *B. melitensis* olarak identifikasyonunun yapıldığı bildirilmiştir. *Brucella* spp. pozitif bulunan inek peyniri örneklerinde kontaminasyon düzeylerinin 7.4×10^1 - 9.3×10^2 EMS/g arasında bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca *Brucella* spp. pozitif bulunan koyun peyniri örneklerinde kontaminasyon düzeylerinin 2.8×10^2 ve 9.3×10^2 EMS/g olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Uğur⁷⁶, Muğla Halk Pazarında satışa sunulan ev yapımı peynirlerin bazı mikrobiyolojik özelliklerini incelediği bir çalışmada 26 adet peynir örneğini analiz etmiş ve peynir örneklerinde ortalama olarak toplam aerob mezofil canlı bakteri sayısını 1.0×10^8 kob/g, koliform grubu bakteri sayısını 3.2×10^5 kob/g, *S. aureus* sayısını 1.3×10^4 kob/g, Psikrofilik bakteri sayısını 3.0×10^4 kob/g, maya ve küf sayısını 1.0×10^6 kob/g olarak ayrıca izole edilen Proteolitik bakteri oranını % 92.3, *E. coli* oranını ise % 53.2

olarak tespit ettiğini bildirmiştir. Araştırma sonucunda Muğla yöresi ev yapımı peynir örneklerinin incelenen mikrobiyolojik özelliklerinin iyi olmadığını belirtmiştir.

Şener ve Celasin⁷⁷, Çanakkale'deki 4 farklı pazar yerinden aldıkları 15 beyaz peynir numunesinde toplam aerobik mezofilik bakteri, koliform gurubu mikroorganizma ve *E. coli* sayısını sırasıyla 5.2×10^4 - 5.68×10^{11} , 1.0×10^3 - 9.58×10^8 , 1.2×10^2 - 3.6×10^8 kob/g aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda 2 peynir örneğinde *Salmonella* spp. tespit edildiğini *Pseudomonas* spp, ve *S. aureus*'a rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

Urhan⁷⁸, Ankara'da çeşitli kaynaklardan aldıkları beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine yaptıkları bir araştırmada örneklerde ortalama toplam mezofil aerobik bakteri, maya ve küf ve koliform bakteri sayısını sırasıyla 5.8×10^6 kob/g, 1.2×10^6 kob/g ve 5.4×10^2 EMS/g olarak tespit etmiştir. Ayrıca her bir örnekte *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* ve *Brucella* spp. gibi patojen bakterilerin varlığı ile ilgili 50 adet beyaz peynir örneğinden 37 tanesinde (% 74) *E. coli*, 11 tanesinde (% 22) *S. aureus*, 2 tanesinde (% 4) ise *L. monocytogenes* bulunduğunu bildirmiştir. Araştırma sonucuna göre peynir örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* ve *Brucella* cinsi bakterilere rastlanılmadığını belirtmiştir.

Gülmez ve Güven⁷⁹ 80 adet beyaz peynir örneğinde (40 adet taze, 40 adet salamura beyaz peynir) *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Listeria* türlerinin varlığını inceledikleri bir çalışmada salamura beyaz örneklerinin hiçbirinde adı geçen mikroorganizmalardan herhangi birine rastlamazken, taze beyaz peynir örneklerinde 2'şer adet *C. jejuni*, *L. monocytogenes*, *L. innocua* ve *L. monocytogenes*+*L. innocua* bulduklarını bildirmişlerdir. Aynı yazar, başka bir çalışmada⁸⁰ 100 adet beyaz peynir örneğinden (50 adet taze, 50 adet salamura beyaz peynir) taze peynirlerin % 16'sının

koliform gurubu bakteri, % 66'sının *E. coli* ve % 4'ünün *S. aureus* yönünden aynı zamanda salamura beyaz peynirlerin % 24'ünün koliform gurubu bakteri, % 82'sinin *E. coli* ve % 4'ünün ise *S. aureus* yönünden Avrupa Birliği Standartlarına uygun olmadığını bildirmişlerdir.

Akkaya ve Alisharli⁸¹, Afyonkarahisar il merkezinde bulunan semt pazarlarından satın aldıkları 100 adet beyaz peynir örneğinde *Listeria monocytogenes* ile *Salmonella* spp.'nin varlığı ve yaygınlığını araştırdığı bir çalışmada örneklerin % 6'sında (6/100) *L. monocytogenes* ve % 2'sinde (2/100) *Salmonella* spp. tespit etmiştir. Bu sonuçlara göre Afyonkarahisar'da tüketime sunulan beyaz peynirlerin *L. monocytogenes* ile *Salmonella* spp. ile bulaşmada kaynak olabileceğini ve halk sağlığı açısından potansiyel bir tehdit oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Çıtak ve ark.⁸², 100 dondurma ve beyaz peynir örneğinde *Bacillus cereus* varlığını inceledikleri bir çalışmada 50 beyaz peynir örneğinin % 20'sinin *B. cereus* yönünden pozitif olduğunu bildirmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre *B. cereus* sayısının 2×10^2 ile 6×10^3 kob/g arasında değiştiğini bu sonuca göre Türk beyaz peynirinin düşük sanitasyon koşullarına bağlı olarak *B. cereus* ile kontaminasyonu sonucu tüketiciler açısından sağlık riski oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Farklı mikroorganizmaların beyaz peynirdeki varlığının incelenmesine yönelik bir diğer araştırmada⁸³ 66 peynir örneğinin 19'unda *Yersinia enterocolitica*'nın varlığı bildirilmiştir.

Aygün ve Pehlivanlar⁸⁴, Hatay'da tüketime sunulan 157 adet çiğ süt ve beyaz peynir örneğinden beyaz peynir örneklerinde *Listeria* bakterilerinin prevalansını sırasıyla % 2.12 ve % 8.23 olarak bulmuştur. Alınan çiğ süt örneklerinden *Listeria monocytogenes* izole edilmezken sadece 2 peynir örneğinden izole edilebilmiştir. Başka bir çalışmada Ceylan ve Demirkaya⁸⁵, Erzurum'da tüketime sunulan 29 beyaz peynir

örneğinden sadece bir tanesinde *Listeria monocytogenes* belirlemişlerdir. Beyaz peynir örneklerinin toplam aerobik mezofil bakteri, laktik asit bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform gurubu bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas* ve maya-küf sayısını ise sırasıyla ortalama 3.35-6.14 log₁₀ kob/g, 3.38-6.09 log₁₀ kob/g, <1-3.63 log₁₀ kob/g, <1-3.25 log₁₀ kob/g, 2.93-5.76 log₁₀ kob/g, <1-3.51 log₁₀ kob/g ve 1.85-4.67 log₁₀ kob/g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Öztürkoğlu ve ark.⁸⁶, *Listeria inocua*'yı yüksek (7.12 log₁₀ kob/ml) ve düşük (3.84 log₁₀ kob/ml) olmak üzere 2 farklı dozda beyaz peynire inokulasyonunu yaptıkları bir çalışmada mikroorganizmanın 45 gün boyunca beyaz peynirdeki canlılığını incelemişlerdir. Her iki doz ile üretilen peynirde 45 günlük periyot sonunda yaklaşık 2 logaritmik bir azalış olduğunu ve güvenilir bir tüketim sağlamak üzere düşük dozda bakteri içeren peynir için en az 90 gün, yüksek dozda bakteri içeren peynir için ise en az 178 günlük bir soğukta depolama süresine ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Yıldırım ve Sarımehtetoğlu⁸⁷, *L. plantarum* ve *L. acidophilus*'un beyaz peynirde *L. monocytogenes* üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada Starter veya probiyotik kullanılmadan üretilen peynir örneklerinde *L. monocytogenes* sayısının ilk 24 saat içinde 2 logaritmik artış gösterdiğini ve olgunlaşma süresince sabit kaldığını, starter kültür kullanılarak üretilen ve başlangıçta 4.6x10³ ve 5.0x10³ kob/ml *L.monocytogenes* inokule edilen peynir gruplarında 60-90. günlerde tam inhibisyon olurken, 4.5x10⁵ ve 8.0x10⁵ kob/ml *L. monocytogenes* inokule edilen gruplarda inhibisyonun 90. günde olduğunu bildirmişlerdir. 4.6x10³ ve 5.0x10³ kob/ml *L. monocytogenes* inokule edilen, starter ve probiyotik ilave edilerek üretilen peynirlerde 30. günde, 4.5x10⁵ ve 8.0x10⁵ kob/ml *L. monocytogenes* inokule edilen peynirlerde ise olgunlaşmanın 60.gününde inhibisyonun şekillendiğini belirtmişlerdir.

Kalkan ve ark.⁸⁸, Ankara'daki marketlerden aldıkları beyaz peynir örneklerinin % 64'ünde koliform bakteri, % 22'sinde *E. coli* ve % 6'sında *Klebsiella pneumoniae* izole etmişlerdir. Ortalama olarak bakteri sayıları ise koliform bakterilerde 1.3×10^5 kob/g, *E. coli*'de 2.5×10^3 kob/g ve *K. pneumoniae*'de 5.0×10^3 kob/g olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonucuna göre beyaz peynir örneklerinin bu bakteriler ile önemli ölçüde kontamine oldukları ve sağlık açısından risk taşıdıkları bildirilmiştir. İstanbul semt pazarlarında satılan sunulan beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesinin araştırıldığı bir başka çalışmada⁸⁹ 50 adet beyaz peynir örneğinin % 96'sında koliform bakteri, % 86'sında *E.coli*, % 66'sında *S.aureus*, %52'sinde *Clostridium perfringens* ve tamamında küf ve maya geliştiği bildirilmiştir. Bursa'da ise satışa sunulan taze beyaz peynir örneklerinden izole edilen 264 adet koliform suşundan 72'si *E. coli* Tip I, 34'ü *Escherichia coli* Tip II, 57'si *Enterobacter aerogenes*, 37'si *Enterobacter cloacae*, 31'i *Citrobacter*, 10'u *Klebsiella aerogenes* ve 8'i *K. pneumoniae* olarak tespit edildiği bildirilmiştir.⁹⁰

Gümüşsoy ve Gönülalan⁹¹, Kayseri ilinde köy pazarlarından topladıkları peynirlerde enterohemorajik *E. coli* 0157:H7 suşunu araştırdığı bir çalışmada toplam 100 adet peynir örneğinin tamamında fekal *E. coli* belirlerken, *E. coli* O157:H7 suşunu tespit edemediğini bildirmiştir. Satışa sunulan peynirlerin fekal *E. coli* gibi hijyen indikatörü mikroorganizmayla kontamine olması nedeniyle Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne uymadığı ve peynirlerin tüketici sağlığı açısından risk oluşturabileceğini belirtmiştir.

2.4.1. *Staphylococcus aureus* ve Beyaz Peynir

Yüksek miktarda *S. aureus* içeren subklinik mastitisli sütlerin pastörize edilmeden peynire işlenmesi, kullanılan starter kültür aktivitesinin yetersiz olması,

sütün pastörizasyon sonrası kontaminasyonu ile ürünün işlenmesi ve depolanması sırasındaki uygun olmayan şartlar peynirlerden ileri gelen zehirlenmelere sebep olabilmektedir. *S. aureus*'un gelişimi ve enterotoksin üretimi, sütün peynir teknesinde kaldığı birkaç saat içinde meydana gelmekte buna karşın *S. aureus*'un peynirde gelişimi ve toksin oluşturmasının pek çok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Peynire işlenecek sütte *S. aureus* sayısının yüksek olması, üretim sırasında bu bakterinin inhibitör etkisi gösteren faktörlere karşı direnç geliştirmesini kolaylaştırmaktadır. Diğer taraftan sütte rekabetçi mikroorganizma sayısı ne kadar fazla ise *S. aureus*'un inhibisyonu o kadar kolay olmaktadır.⁹² Beyaz peynirde *S. aureus*'un canlılığının irdelendiği bir araştırmada⁹³ 24 saatlik üretim sürecinin sonunda starter kültür kullanılmadan yapılan peynirlerde *S. aureus* sayısı ortalama olarak 10^2 düzeyine gerilediği aynı zamanda üretim süreci boyunca sayının dikkate değer bir biçimde değişmediği bildirilmiştir. Aynı araştırmaya göre % 14 ve 18'lik konsantrasyona sahip salamuraların *S. aureus*'un canlılığını etkileyemediği buna karşın starter kültür içeren peynirlerde canlı hücre sayısının daha düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir. Selçuk⁹⁴, yaklaşık 1.2×10^4 adet/ml düzeyinde *S. aureus* suşu ve % 0.5 oranında starter kültür (*Streptococcus lactis* ve *Lactobacillus casei*) katarak yaptığı beyaz peynirleri % 14, 15, 16 ve 17 tuz ihtiva eden pastörize salamura içerisine koyarak 90 gün süreyle olgunlaştırmaya bırakmıştır. Süte *S. aureus* ve starter kültür ilavesinin peynirlerin total bakteri sayısı üzerinde önemli değişiklik meydana getirmediğini, total bakteri sayısı olgunlaşmanın 15. gününden 60. gününe kadar önemli düzeyde arttığını, 90. günde ise önemli düzeyde azaldığı bildirmiştir. *S. aureus* ile kontamine edilmiş peynirlere, starter kültür katmanın ve 90 gün olgunlaştırmanın, *S. aureus* sayısını en düşük düzeyde tuttuğunu, laktik asit bakteri sayısı üzerine salamura tuz konsantrasyonlarının da önemli tesirinin bulunmadığını belirtmiştir. Ancak peynirin olgunlaşması ile birlikte laktik asit bakteri sayısının önemli

düzeyde arttığını ve en yüksek sayının 90 günlük olgunlaşma periyodunda olduğu belirtmiştir. Başka bir araştırmada⁹⁵ *Lactobacillus plantarum* BG33 suşunun *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 gelişimi üzerine etkisi depolama sürecinde 6, 18, 23, 39, 59, 80 ve 90. günlerde incelenmiş, yapılan T testi ve Mann-Whitney testine göre *L. plantarum* BG33'ün *S. aureus*'a olan etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir ($p>0.01$).

Yücebey⁹⁶, beyaz peynir üretimi ve olgunlaşma süresince probiyotik özellikteki laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus brevis* BG18 ve *Pediococcus pentosaceus* BH105 suşlarının *S. aureus* ATCC 6538 gelişimi üzerine etkisini incelediği bir çalışmada 3 ay süren depolama süresince belirli aralıklarla örnek almıştır. Araştırmaya göre *L. brevis* ile yapılan peynirlerde antibakteriyel etkinin 648. saatten sonra başladığını, depolama başlangıcından sonuna kadar elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda *L. brevis* BG18 bakterisinin *S. aureus* gelişimi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu ($p<0.01$), *P. pentosaceus* BH105 bakterisinin istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermediği bildirilmiştir ($p>0.01$).

Bir başka çalışmada⁹⁷ 9 grup (90 adet) beyaz peynir örneği 63 günlük olgunlaşma süresi boyunca *S. aureus*'un canlılık süresi tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın ilk dilimi olan 7-14 günlük sürede taze peynir örneklerinden izole edilen *S. aureus* sayısının yüksek olduğu, 42-63 günlük periyotta *S. aureus* sayısında önemli azalma olduğu bildirilmiştir. Taze peynir örneklerinde pastörizasyon ile baskılanan *S. aureus*'ların tekrar aktivite kazanabildikleri ve olgunlaşmanın 42. gününe kadar canlı kalabildikleri belirtilmiştir.

S. aureus'un gıda maddelerinde yüksek sayılara ($>10^6$ kob/g.peynir veya peynir altı suyu) ulaşmasıyla birlikte toksinler açığa çıkabilmektedir. Peynir tekneleri düşük asitliğe bağlı olarak uzun bir süre risk taşıyabilmektedir çünkü bu ortamda *S. aureus*

enterotoksin üretmeye yetecek kadar yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Peynir yapımında laktik asit bakterilerinin (LAB) kullanımı, *S. aureus*'dan ileri gelebilecek toksin-enfeksiyonların ortaya çıkma ihtimalini azaltabilmektedir. Buna karşın kontamine starter kültürlerin kullanımının dahi *S. aureus*'un sebep olduğu az sayıdaki salgının oluşumuna yol açtığı bilinmektedir. Aktif starter kültür kullanımının yol açtığı hızlı pH düşüşü, *S. aureus*'un enterotoksin üretimi için gerekli olan sayıya ulaşmasında engelleyici bir faktördür.^{98,99}

Türkiye'de üretimi yapılan beyaz peynir dışındaki farklı peynirlerde *S. aureus* canlılığına dair az sayıda çalışma mevcuttur. Bunlardan biri olan otlu peynirde *S. aureus* canlılığına dair bir çalışmada¹⁰⁰ 10^5 kob/ml düzeyinde *S. aureus*'un inokule edilerek çiğ süttten üretimi yapılmış Van otlu peyniri 90 günlük olgunlaşma boyunca incelenmiştir. *S. aureus* sayısı 15. günden sonra azalmaya başlamış ve olgunlaşmanın 90. gününde 10^2 kob/g seviyesine indiği bildirilmiştir. Başlangıçta 10^7 kob/g seviyelerine çıkan *S. aureus* sayısının sonradan daha düşük seviyelere indiği belirtilmiştir.

Bir başka yöresel peynir olan Sürk peynirinde aroma verici maddelerin, depolama koşullarının ve depolama zamanının *S. aureus*'un canlılığı üzerine olan etkisi incelenmiştir. Aroma artırıcı maddelerin *S. aureus*'un gelişimi üzerine etkisinin bulunmadığı buna karşın depolama koşulları ve depolama süresinin *S. aureus* sayısını azalttığı bildirilmiştir.¹⁰¹

Özer ve ark.¹⁰² Urfa peynirine uygulanan % 12.5'ten % 17.5'e kadar farklı tuz konsantrasyonlarının *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Eschericia coli* O157:H7, *Shigella flexneri* ve *Salmonella enteritidis* bakterilerinin canlılığı üzerine olan etkisini irdeledikleri bir çalışmada *S. aureus* ve *Bacillus cereus* hariç diğer bakterilerin tuz konsantrasyonlarından etkilendiğini ileri sürmüşlerdir.

Araştırmaya göre tüm bakteriler için % 12.5 ve % 15.0'lik bir salamura konsantrasyonunun eradikasyon noktasında yetersiz olduğu bildirilmiştir. Dünyanın farklı ülkelerinde üretimi gerçekleştirilen çeşitli tiplerdeki peynirlerde *S. aureus*'un varlığı ve üreme faaliyetlerine ilişkin bir takım çalışmalar mevcut olup, *S. aureus*'un peynirlerdeki muhtemel varlığının halk sağlığına yönelik tehditlerini ortaya koymaktadır. Vernozy-Rozand ve ark.¹⁰³ çiğ keçi sütünden üretilen laktik peynirlere farklı seviyelerde (4, 5 ve 6 log₁₀ kob/ml) inokule ettikleri enterotoksijenik *S. aureus*'un varlığını inceledikleri bir çalışmada *S. aureus* sayısının baskılama işleminden sonra dikkate değer bir biçimde azaldığını ve 42 günlük olgunlaşmanın sonuna doğru bazı peynirlerde tamamen yok olduğunu bu sonucun aksine ise aerobik mezofilik mikroorganizma sayısının arttığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada⁷² çiğ inek sütünden üretimi yapılan yarı sert peynirde *S. aureus*'un gelişimi ve enterotoksin üretimi izlenmiştir. Çalışmaya göre inokule edilen koagülaz pozitif stafilokokların ilk 6 saat boyunca hızlı bir üreme göstermiştir. 6 ve 24. saatler arasında 0.5 log₁₀ kob/g'den daha az bir artış bildirilmiştir. 1. günde peynirde ulaşılan maksimum seviyenin 2.82-6.84 log₁₀ kob/g olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar *S. aureus*'un peynirdeki gelişimini sınırlandırmak üzere Saint-Nectair peynirinde pH'nın ilk 6 saatte 5.8 veya altında, Salers peynirinde ise 6.3 veya altında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Laktik starter inokulasyonu, pıhtının ısıtılması ve olgunlaşma sıcaklığının Manchego peynirinde *S. aureus*'un davranışlarına olan etkisinin incelendiği bir araştırmada¹⁰⁴ % 1 oranında *Streptococcus lactis* kullanılan peynirlerde 60 günlük olgunlaşmanın sonunda 5.8 kat *S. aureus* sayısında azalış belirtilmiştir. Aynı çalışmaya göre 30 °C pıhtıya sıcaklık uygulanarak üretimi yapılan peynirlerde 36-40 °C uygulanarak hazırlananlara göre 4-5 kat daha az *S. aureus* olduğu bildirilmiştir. 10 ve 20 °C'de olgunlaştırılan peynirlerde 5 °C'de olgunlaştırılan peynirlere göre sırasıyla 10

ve 100 kez daha az *S. aureus* miktarının olduğu vurgulanmıştır. Tuckey ve ark.¹⁰⁵ başlangıçta 1×10^5 düzeyinde süte kattıkları *S. aureus*'un Cheddar, Colby, İsveç tip, Limburger, and Cottage tip peynirlerdeki canlılığı ve gelişimini inceledikleri bir araştırmada mikroorganizmanın pıhtıda konsantre olduğu ve peynirler tuzlanıncaya dek miktarın arttığını bildirmişlerdir. Pıhtının baskıya alınmasından sonra ilk 21 günlük olgunlaşma boyunca da bir başka artış ortaya çıktığı bildirilmiştir. Olgunlaşma boyunca *S. aureus*'un sayısının miktarının sürekli azaldığı ancak asla sıfır olmadığı vurgulanmıştır.

Meyrand ve ark.¹⁹ çiğ süttten üretilmiş Camambert tip peynirlerde üretim sürecinde *S. aureus* ve stafilokokal enterotoksin A'nın muhtemel varlığına dair yürüttükleri bir çalışmada 41 gün boyunca mikroorganizma ve üretmiş olduğu toksinleri gözlemlemişlerdir. Sırasıyla süte kattıkları 2, 3, 4, 5 ve 6 $\log_{10}$ kob ml^{-1} seviyesindeki *S. aureus*'un katıldığı başlangıç miktarı 10^3 'ten daha fazla olan peynirlerde 22. saatteki miktarın 42 günlük olgunlaşma periyodu sonundaki miktara göre yaklaşık olarak 1 logaritmik azalma olduğu bildirilmiştir. Stafilokokal enterotoksin A seviyesinin ise başlangıç miktarı 10^3 - 10^6 arasında olanlarda 1 ile 3.2 ng g^{-1} arasında değiştiği 10^2 düzeyinde olan peynirlerde ise tespit edilemediği vurgulanmıştır.

Hasallu ve ark.¹⁰⁶ Arnavutluk'ta farklı koşullarda muhafaza edilen 176 peynir örneğinde *S. aureus*'un prevalansına yönelik gerçekleştirdikleri bir çalışmada örneklerden 72 tanesinde *S. aureus* tespit etmişlerdir. Bu örneklerden 48 tanesinin 10^2 - 10^4 kob/g arasında değişen mikrobiyolojik yükü 10 °C'nin üzerinde bir sıcaklıkta ve 24 örneğin ise 10^2 - 10^3 kob/g arasında değişen yükü 10 °C'nin altında muhafaza edildiğini bildirmişlerdir. Tespit ettikleri seviyelerin toksin üretimi için kritik sınır olan 10^5 kob/ml'den daha az olmasına karşın 10 °C'nin üzerindeki sıcaklıkta muhafaza edilen peynirlerde enterotoksin oluşum riskinin bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Ahmed ve

ark.¹⁰⁷ yüksek oranda süte tuz ilavesi yapılarak elde edilen Domiati peynirinin üretimi sırasında *S. aureus*'un canlılığının pH'daki düşüşe bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Hamama ve ark.¹⁰⁸ nisin üreten *Lactococcus lactis* ekleyerek ve eklemeyerek ürettikleri geleneksel bir Fas peyniri olan Iben'de *S. aureus*'un canlılığını incelemişlerdir. 10^3 ve 10^5 kob/ml düzeyinde enterotoksin C üreten *S. aureus* suşu süte inokule edilmiş ve *Lc. lactis* ilave edilerek yapılmış peynirlerde miktarlarının hızlı bir şekilde azalmasına rağmen nisin üreten bakterinin bulunmadığı peynirlerde uzunca bir periyod boyunca canlılıklarını korudukları bildirilmiştir. *S. aureus*'un başlangıç konsantrasyonunun yüksek olduğu (10^5 kob/ml) peynirlerde 3 gün boyunca enterotoksin C tespit edilmiştir. Santos ve Genigeorgis¹⁰⁹, çiğ veya pastörize süte katılan 10^5 kob/ml düzeyindeki *S. aureus*'un starter kullanarak veya starter kullanılmayarak üretimi yapılan Minas peynirinde enterotoksin üretimiyle sonuçlanmıştır. Aynı araştırmacılar sütün pastörizasyonunun ve starter kültür kullanımının *S. aureus* gelişimi ve enterotoksin oluşumu için en iyi metot olduğunu ileri sürmüşlerdir. Delbes ve ark.¹¹⁰ gerçekleştirdikleri bir çalışmada üretimini yaptıkları 3 tip peynirde (Saint-Nectaire, Tescillenmiş Saint-Nectaire ve Tescillenmiş Salers peyniri) *S. aureus*'un canlılığı ve enterotoksin üretimini incelemişlerdir. Çalışmaya göre ilk 6 saat boyunca tüm peynirlerde hızlı bir gelişme kaydedilirken 6 ile 24 saat arasında $0.5 \log_{10}$ kob/ml miktarında bir artış olduğu bildirilmiştir. Çalışmaya göre *S. aureus*'un gelişimini Saint-Nectaire peynirinde kısıtlamak için ilk 6 saatte pH'nın 5.8 veya daha altında, Salers peynirinde ise 6.3 veya daha altında olması gerektiği ileri sürülmüştür. Enterotoksinler yalnızca iki Salers peynirinde 1. günde *S. aureus* sayısının sırasıyla $5.55 \log_{10}$ kob/g ve $5.06 \log_{10}$ kob/g olduğunda tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak da pH değerinin ilk 6. saatteki değerinin yüksek oluşundan kaynaklandığı bildirilmektedir.

S. aureus'un peynirlerdeki davranışlarının yanı sıra peynirlerdeki varlığına dair bazı çalışmalar bulunmakta ve aşağıda anlatılan şekliyle özetlenmiştir. Yücel ve Anıl¹¹¹, yapmış oldukları bir çalışmada Ankara ilinde çeşitli firma ve mandıralardan temin edilen çiğ süt ve peynir örneklerinde koagülaz pozitif stafilocok (KPS), koagülaz negatif stafilocok (KNS)'lerin bulunma sıklığı ve bu suşların antimikrobiyal dirençliliklerinin belirlemişlerdir. İnceledikleri çiğ süt ve peynir örneklerinden 236'sı KPS, 94'ü KNS olmak üzere toplam 330 stafilocok izolatu elde ettiklerini belirtmişlerdir. KPS türleri içinde çiğ süt ve peynir örnekleri içerisinde *S. aureus*'un % 35.0'lik oranla en çok bulunan ikinci suş olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada¹¹² İstanbul'da satışa sunulan 150 kadar farklı peynir türünden 40 (% 26.66) örnek *S. aureus* ve 55 (% 36.66) örnek ise *E. coli* yönünden pozitif bulunduğu bildirilmiştir. Toplanan örneklerden 25 tanesinde enterotoksin bulunduğu belirtilmiştir. Gökmen ve ark.¹¹³, Konya'da beyaz peynir üretimi yapan dört firmadan çiğ süt, pastörize süt, beyaz peynir, personel ve farklı ekipmanlardan olmak üzere toplam 640 örnek alarak stafilocok türlerini tanımlamışlardır. Elde ettikleri stafilocok izolatların 144'ünü koagülaz pozitif ve 181'ini koagülaz negatif olarak tespit ettiklerini, koagülaz pozitif türler içinde ise *S. aureus* ve *Staphylococcus intermedius*'un baskın tür olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tüm süt ve peynir örneklerinde stafilocokal enterotoksin düzeyini tespit edilebilir düzeyin altında bulduklarını belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre beyaz peynir örneklerinde enterotoksin üretme yeteneğine sahip stafilocok türlerinin tespit edilmesi üretimde sanitasyon eksikliğini ve halk sağlığı içinde bir risk oluşturduğunu gösterdiğini bildirmişlerdir. Sancak ve ark.¹¹⁴ başka bir çalışmada Van otlu peynirlerinde enterotoksijenik *S. aureus* suşlarının varlığı ve peynirde enterotoksinin olup olmadığını araştırmışlardır. Toplam 50 adet otlu peynir örneği analiz edilmiş ve *S. aureus*, örneklerin sadece 7 (% 14) 'sinde 8.4×10^1 ile 5.2×10^4

kob/g seviyesinde tespit edildiği bildirilmiştir. İzole ettikleri 7 (% 14) *S. aureus* suşundan 3 (% 42.8)'ünün enterotoksin C oluşturduğu ancak hiçbir örnekte toksin bulunamadığı belirtilmiştir. Elde ettikleri verilere göre, incelenen otlu peynir örneklerinde enterotoksin tesbit edilememiş olmasına rağmen örneklerin % 14'ünde *S. aureus* bulunması ve bunların % 42.8'inin enterotoksijenik olmasından ötürü bu peynirlerin gıda zehirlenmesi açısından potansiyel bir risk oluşturabileceğini ileri sürmüşlerdir.

2.4.2. Peynirle İlişkili Salgınlar

Gıda kaynaklı stafilokokal intoksikasyonlar birçok ülkede gıda kaynaklı bakteriyel hastalıkların en yaygın sebeplerinden biridir. Süt ürünleri, yüksek içerikteki proteine bağlı olarak *S. aureus*'un gelişimi için uygun bir substrat niteliği taşımaktadır. Bu tür ürünlerin gıda kaynaklı hastalıklara yol açmasının başlıca nedenleri:

- Çiğ sütte bulunan koagülaz pozitif stafilokokların varlığı;
- Üretim prosesinde direkt kontaminasyon;
- Üretimden sonraki süreçte çapraz kontaminasyon;

arasında yer alabilmektedir.¹¹⁵

Stafilokoklardan ileri gelen gıda kaynaklı ilk salgın tanımı 1884 yılı Michigan'da (ABD) Vaughan ve Sternberg tarafından yapılmıştır. Bu gıda zehirlenmesi olgusunun stafilokokla kontamine peynirden ileri geldiği bildirilmiştir. Yazarlar bu vaka üzerinde “Zehirlenme ilkesine dayanak olarak mikrobokların veya bu mikroorganizmalardan önce üreyen diğer mikroorganizmaların canlılık aktiviteleri ile peynirde oluşan zehirlerin yol açtığı mümkün gözükmekte ve muhtemelen kendi üretmiş oldukları zehirli ürünlerle öldürülmüşlerdir.” yorumunda bulunmuştur. Bu olguyla birlikte ilk

defa gıda kaynaklı stafilocokal zehirlenme vakalarının varlığı belirlenmiş ve ilerleyen yıllarda araştırmalarda önemli bir referans kaynağı oluşturduğu bildirilmiştir.¹¹⁶ Peynir kaynaklı stafilocokal gıda zehirlenmeleri bu vakalar içerisinde yer almış ve dünyanın farklı ülkelerinde buna dair çeşitli vakalar bildirilmiştir.

Brezilya’da 378 bireyi kapsayan iki adet gıda zehirlenmesi vakasının birincisinde Minas peynirinin tüketimiyle birlikte 50 bireyin hasta olduğu bildirilmiştir.¹¹⁷ Gıda zehirlenmesinin semptomları peynir tüketimiyle birlikte iki saat içerisinde ortaya çıkmıştır. 328 bireyin etkilendiği ikinci zehirlenme vakasında çiğ süt tüketimiyle birlikte diyare ve kusma ile seyreden bir tablo ortaya çıkmıştır. Pastörize edilmemiş süt ve peynir örneklerinin analizi sonucunda 2.4×10^3 - 2.0×10^8 kob/g arasında değişen miktarlarda *S. aureus* tespit edildiği ve SEA, SEB, ve SEC toksinlerini ürettiği bildirilmiştir. İki salgında bulunan spesifik enterotoksinlerin kaynağının birinci salgında gıda işçilerinin ve ikinci salgında ise sığır mastitisinin olduğunu gösterdiği ileri sürülmüştür. Ostyn ve ark.¹¹⁸, 2009 yılı, 29 Ekim ve 14 Kasım tarihleri arasında gastrointestinal semptomlarla seyreden 23 vakadan oluşan 6 salgını Fransa’da tespit etmişlerdir. 26 kişiden 23’ünde peynir tüketimini takiben bulantı, kusma, abdominal kramp ve diyare gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Tüketilen peynirler üzerine yapılan mikrobiyolojik ve moleküler çalışmalarda enterotoksin tip E tespit edilmiş ve bunun Fransa’da ilk defa olarak stafilocokal enterotoksin tip E’den ileri gelen bir salgın olduğunu belirtmişlerdir. İngiltere Gıda Hijyeni Laboratuvarlarında 1969-1990 yılları arasında 359 stafilocokal gıda zehirlenmesi vakası gerçekleştiği bildirilmiştir.¹¹⁹ Gerçekleşen zehirlenme vakalarında örneklerde bulunan *S. aureus* sayısının ortalama 3.0×10^7 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. İki adet peynir kaynaklı zehirlenme vakasında, örneklerde canlı *S. aureus* bakterisine rastlanılmamasına karşın stafilocokal

enterotoksinin izole edildiği bildirilmiştir. Dünyanın farklı ülkelerinde peynir kaynaklı stafilokokal enterotoksinlerden ileri gelen bazı salgınlar Tablo 2.5’te özetlenmiştir.¹²⁰

Tablo 2.5. Peynir Kaynaklı Stafilokokal Enterotoksinlerden İleri Gelen Bazı Salgınlar

Ülke	Yıl	Vaka sayısı	Gıdanın türü (SE tipi)	Süt tipi	Referans
Kanada	1980	62	Peynir pıhtısı (SEA, SEC)	Belirtilmemiş	Todd ve ark., 1981
ABD	1981	16	Peynir	Pastörize	Altekruse ve ark., 1998
İngiltere	1983	2	Peynir	Pastörize	Barrett, 1986
Fransa	1983	20	Koyun peyniri (SEA, SED)	Çiğ	De Buyser ve ark., 1985
İskoçya	1984	27	Koyun peyniri (SEA)	Çiğ	Bone ve ark., 1989
İskoçya	1985	2	Keçi peyniri	Pastörize ed.	Sharp, 1989
ABD	1985	860	Çikolatalı süt (SEA)	Pastörize	Evenson ve ark., 1988
İsrail	1987	3	Keçi peyniri (SEB)	Çiğ	Gross ve ark., 1988
İngiltere	1988	155	Stilton peyniri	Pastörize ed.	Maguire ve ark., 1991
Brezilya	1994	7	Peynir (SEH)	Belirtilmemiş	Pereira, 1996

2.5. *S. aureus* ve Enterotoksinlerinin Halk Sağlığı Açısından Önemi

Stafilokokal enterotoksinlerle kontamine gıdaların tüketiminin yol açtığı gıda kaynaklı intoksikasyonlar dünyada gıda kaynaklı hastalıkların en yaygın ikinci sebebi olarak düşünülmektedir.¹²¹ Gıdalarda bulunan *S. aureus*’un gelişmesi ve çoğalması bazı *S. aureus* türlerinin üretmiş oldukları enterotoksinlerden ötürü tüketici sağlığı açısından potansiyel risk oluşturmaktadır. Gıdaları *S. aureus* ve/veya toksinleri yönünden

incelemenin birincil sebepleri spesifik gıda zehirlenmesinin arka planında etkenin ve/veya toksinlerinin olup olmadığını doğrulamak, enterotoksijenik stafilokokların kaynağının gıda veya diğer bileşenlerin varlığını ortaya koymak ve üretim sonrası olası kontaminasyonları belirlemektir. Üçüncü sırada belirtilen nedene genellikle gıdanın işlenmesi esnasında insanların direkt teması veya yetersiz sanitasyonun bulunduğu yüzeylere gıdaların maruz kalması sebep olmaktadır.¹²²

Gıdaların üretimi sırasında gıda işçilerinin deri, ağız veya burunlarından gıdalara kontamine olan *S. aureus* çoğunlukla üretimde inhibe olur. Bu kontaminasyon gıdalara ya çalışanların kollarında bulunan lezyonlar ile ya da öksürme, tıksırma esnasında olmaktadır. *S. aureus* sayısı çok yüksek seviyelere ulaştığında sanitasyon, sıcaklık kontrolü veya her iki uygulamanın *S. aureus*'u kontrol etmede yeterli olamayacağı bildirilmiştir.¹²³ Çiğ gıdalar özellikle hayvansal ürünlerde *S. aureus* varlığı yaygındır ve insanlarla ilintili kontaminasyonla ilişkisi bulunmamaktadır. Hayvanların deri veya tüylerinden kaynaklı stafilokokal kontaminasyon yaygın bir şekilde görülmekte ancak bunlar yaralı doku veya lezyonların sonucu değildir. Hayvan karkasları, mastitisli çiğ süt ve süt ürünleri çok sayıda *S. aureus* içerebilmektedir.¹²⁰

Stafilokokal intoksikasyonlarla sıklıkla suçlanan gıdalar; et ve et ürünleri, beyaz et ve yumurta ürünleri, süt ve süt ürünleri, salatalar, unlu mamulleri, krema dolgululu pastalar ve kekler ve sandviç gibi ürünlerdir. *S. aureus*, sahip olmuş olduğu düşük su aktivitesinde ($a_w = 0.86$) yaşayabilme yeteneğine bağlı olarak Jambon gibi tuzlanmış gıdalarda dahi yaşayabilmektedir.^{124,125}

Stafilokokal gıda zehirlenmeleri tanı hataları, bildirilmeyen küçük salgınlar, uygun olmayan örnek toplama ve laboratuvar uygulamaları gibi bir dizi sebeplerden dolayı gerçek insidansı göz ardı edilen yaygın bir hastalıktır. Bu hastalığın kontrolü

sosyal ve ekonomik öneme sahiptir. Aslında bu salgın, çalışma günü ve verimlilik kaybı, hastane masrafları ve gıda endüstrisi, yemek dağıtım firmaları ve restoranların ekonomik kayıpları gibi konularda ciddi endişelere sebep olmaktadır.¹²⁶

2.5.1. Tarihçe

Bundan yaklaşık 100 yıl önce von Recklinghausen, hasta dokular ve insan apselerindeki irinde gözlemlenen gram pozitif bakteriler için “mikrokok” terimini kullanmıştır. Stafilocoklar ise ilk defa 1880 yılında ABD’de, cerrah Alexander Ogston tarafından bir diz eklemine bulunan apsedeki irinden izole edilmiştir. Bu mikroorganizmaları yunanca bir kelime olan staphyle (üzüm) ve coccus (tane veya dut)’dan köken alan “Staphylococcus” ismiyle adlandırmıştır.¹²⁷

1884 yılında Rosenbach, renkleriyle birbirinden ayırt edilebilen iki tip koloni oluşturan stafilocok izole etmiştir. Bu kolonilerden turuncu renkte olan kolonilere *S. aureus*, beyaz olana ise *S. albus* ismini vermiştir.¹²⁸ Wherry WH., *S. aureus*’un yalnızca patojenitesi ile değil aynı zamanda dikkate değer çok yönlülüğüne dair çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalar sonucu 1930 ve 1939 yılları arasında postoperatif cerrahi enfeksiyonların yaklaşık olarak % 60-65’inde etiyolojik ajan olduğu belirlenmiştir.¹²⁹ *S. aureus*’un virulansı ile ilgili ilk deliller ise 1941 yılında Boston Şehir Hastanesindeki 122 hastada stafilocokal bakteriyemi ile ilişkili mortalite oranının Skinner ve Keefer¹³⁰ tarafından bildirildiğinde gösterilmiştir.

Stafilocokların gıda zehirlenmesine yol açtığı ise ilk defa 1894 yılında Denys J. daha sonrasında ise 1914 yılında Barber tarafından bildirilmiştir.¹³¹ *S. aureus*’un gıda zehirlenmesine yol açan türlerine yönelik ilk araştırma ise 1930 yılında Dack ve ark.¹³² tarafından ortaya konulmuştur.

2.5.2. Klasifikasyonu ve Genel Özellikleri

Bergey'in Tanımlayıcı Bakterioloji Kılavuzunda, Stafilokoklar Micrococcaceae familyasında tanımlanmıştır. DNA-ribozomal RNA hibridizasyonu ve 16S rRNA'nın karşılaştırmalı oligonükleotid analizi stafilokokların bu grupta uyumlu olduğunu göstermiştir. Stafilokoklar % 30 ile 40 mol arasında değişen DNA'nın düşük G + C içeriğiyle bu ailenin diğer kendisine yakın üyelerinden farklıdır. Stafilokok cinsi bakteriler 30'dan fazla tür halinde sınıflandırılmıştır ve biyokimyasal analizler ve DNA-DNA hibridizasyonu ile alt türlere ayrılmıştır. *S. aureus* stafilokok türü bakteriler içerisindeki primer türdür ve gıda zehirlenmelerinden sorumlu tutulmaktadır. Bu genus içerisindeki diğer türler şunlardır; *S. intermedius*, *S. chromogenes*, *S. cohnii*, *S. caprae*, *S. caseolyticus*, *S. delphini*, *S. epidermidis*, *S. felis*, *S. gallinarum*, *S. haemolyticus*, *S. hyicus*, *S. lentus*, *S. saprophyticus*, *S. sciuri*, *S. simulans*, *S. succinus*, *S. warneri* ve *S. xylosus*. Bunlarından büyük bir kısmı enterotoksin üretmektedir.^{133,134}

Stafilokoklar 0.5-1.5 µm çapıyla birden fazla düzlem üzerinde üzüm benzeri kümeler oluşturan koklarla karakterize bakterilerdir. Stafilokoklar hareketsiz, sporsuz oksijenli solunum veya fermentasyonla gelişen fakültatif anaerob mikroorganizmalardır. Birçok türün kompleks bir beslenme ihtiyacı vardır, buna karşın genel olarak 5-12 aminoasit içeren arjinin, valin, tiamin ve nikotamid gibi esansiyel aminoasitleri içeren organik nitrojen kaynağına ihtiyaç duyarlar.^{135,136} Bu sınıfın üyeleri, katalaz negatif ve stafilokoklardan farklı bir hücre duvarı yapısına sahip streptokok türlerinden katalaz pozitif ve oksidaz negatif olmalarıyla ayırt edilebilmektedir. Stafilokoklar, yüksek tuz konsantrasyonlarına karşı tolerans ve ısıya karşı direnç göstermektedir.¹³⁷ Geçmişte patojen stafilokoklar koagülaz üretmeleri ve böylece kanı pıhtılaştırma kabiliyetleriyle patojen olmayanlardan ayırt edilirken günümüzde bu özellik kullanılarak yapılan ayırım ortadan kaldırılmıştır. Çünkü stafilokokal patojenite host hücrelerinin yıkımına katılan

patojenite faktörlerinin yaygınlık ve çeşitlilik göstermesinin yanı sıra immun yanıtın kaçışı gibi değişkinlere göre farklılık arz etmektedir.¹³⁸

S. aureus; gelişme koşullarına bağlı olarak kanlı agarda β -hemoliz özelliği ile gri, gri-beyazdan sarımsı portakala kadar değişen renklerde düz, dışbükey, parlak, yuvarlak koloniler oluşturmaktadır.¹³⁹ *S. aureus*'un identifikasyonunda koagülaz üretmesinin yanı sıra termonükleaz (TNase) üretimi de tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Bu iki özellik bir mikroorganizmayı *S. aureus* olarak adlandırmak açısından yeterli parametredir. *S. delphini* hariç bütün koagülaz pozitif bakteri türleri TNase üretirken sadece *S. aureus* aerobik ve anaerobik olarak mannitolü fermente edip aynı zamanda protein A ve asetoin üretmektedir (Tablo 2.6).¹⁴⁰

Tablo 2.6. Bazı Stafilokok Türlerine Ait Biyokimyasal Özellikler

Özellik	Türler				
	<i>S. aureus</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>S. hyicus</i>	<i>S. delphini</i>	<i>S. epidermidis</i>
Pigment	+	-	-	-	-
Koagülaz	+	+	±	+	-
Termonükleaz	+	+	+	-	-
Mannitol (Aerobik)	+	±	-	+	-
Mannitol (Anaerobik)	+	-	-	-	-
Hemoliz	+	±	-	+	±
Kümeleşme Faktörü	+	±	-	-	-
Asetoin üretimi	+	-	-	-	+

Stafilokokal enterotoksinler, *S. aureus* ve diğer bazı kogaülaz pozitif bakterilerden *S. intermedius* ve *S. hyicus* tarafından üretilen ısıya dirençli proteinlerdir. Gıda kaynaklı bir intoksikasyona yol açabilmesi için stafilokokların üremesi ve enterotoksin üretebilmesi gerekmektedir. Enterotoksin üretimi mikroorganizmaların üremesi için gerekli olan sınırlı koşulların biraz daha üzerindeki şartlarda mümkün olmaktadır. Gıdanın tipi, pH, sıcaklık, su aktivitesi, atmosferik koşullar ve diğer mikroorganizmaların varlığı gibi birtakım faktörlere bağlı olarak gıdalarda değişik miktarlarda SE üretilmektedir.¹²¹

İlk stafilokokal enterotoksinler identifiye edildiğinde nükleotid sekansından önce peptid sekansı ortaya konulmuştur. Bugüne kadar benzer yapı ve sekansa sahip 14 farklı SE tipi identifiye edilmiştir. SE'ler, su ve tuzlu solüsyonlarda çözünebilen kısa proteinlerdir. Bunların bazı özellikleri Tablo 2.7'de özetlenmiştir. Bu toksinler lizin, aspartik asit, glutamik asit ve tirozin rezidülerince zengindir. Bunların birçoğu uygun konformasyonları ve emetik aktiviteleri için gerekli olan sistein döngüsüne sahiptirler. SE'ler oldukça dayanıklı, pepsin veya tripsin gibi birçok proteolitik enzime dirençli ve böylece sindirim sistemine alındıktan sonra aktivitesini koruyan bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda kimotripsin, rennin ve papaine de dirençlidirler.¹²²

2.5.3. *S. aureus*'ün ve Enterotoksinlerinin Genetik Düzenlenmesi

S. aureus Mu50 ve N315'in ilk genom sekansları 2001 yılında yayımlanmıştır. *S. aureus*'ün genomu 2.8-2.9 Mbp boyutunda, yaklaşık olarak % 33'lük oranıyla G+C içeriğe sahip sirküler kromozom biçimindedir. Kromozom yaklaşık olarak 2700 CDSs (protein kodlayan sekanslar)'nin yanı sıra yapısal ve düzenleyici RNA'ları kodlar. *S. aureus*'ün genomu çekirdek genom, yardımcı bileşen ve yabancı genlerden oluşmuştur. *S. aureus* genlerinin yaklaşık olarak % 75'i, türlerin % 95'den fazlası tarafından

paylaşılmaktadır ve bu yüzden türlerin çekirdek genomu olabileceği düşünülmektedir. Çekirdek genlerin büyük bir çoğunluğu housekeeping gen fonksiyonları ve santral metabolizmanın temel fonksiyonel gruplarıyla ilişkilendirilmektedir.^{141,142}

Tablo 2.7. Stafilokokal Enterotoksinlerin Bazı Özellikleri

SE tip	AOF uzunluğu	Prekürsör uzunluğu(aa)	Matür SE uzunluğu(aa)	Moleküler kitle	pI
A	774	257	233	27.100	7.3
B	801	266	239	28.336	8.6
C1	801	266	239	27.531	8.6
C2	801	266	239	27.531	7.8
C3	801	266	239	27.563	8.1
C(Sığır)				27.618	7.6
C(Koyun)				27.517	7.6
C(Keçi)				27.600	7.0
D	77	258		26.630	7.4
E	774	257	228	26.425	7.0
G	776	258	230	27.043	5.7
H	726	241	233	25.210	TE
I	729	242	218	24.928	TE
J	806	268	245	28.565	8.65
K	729	242	219	25.539	6.5
L	723	240	215	24.593	8.66
M	722	239	217	24.842	6.24
N	720	258	227	26.067	6.97

pI: İzoelektrik nokta; AOF: Açık Okuma Çerçevesi; TE: Tespit Edilmedi

S. aureus'ların genomunda çekirdek genlerin yanı sıra 2 farklı türde bulunan gen ayırt edilebilmektedir. Bunlardan biri *S. aureus* klon komplekslerinde korunmuş ve kendi oluşumunu meydana getiren yapıdaki farklı çekirdek genleri (genlerin $\approx$ %10'u), diğeri ise mobil genetik elementler (MGEs, genlerin $\approx$ %15'i)'dir. Farklı çekirdek genomu yüzeyle ilişkili genleri (adeziv matris moleküllerini tanıyan mikrobik yüzey bileşenleri) ve düzenleyici genleri içerir. Farklı çekirdek genleri bakteriyel kromozomu kodlar ve bu yüzden tipik olarak stabildir ve vertikal olarak transer edilebilirler. MGEs'ler bakteriyofaj, plazmid, *S. aureus* patojenite adaları, tranpozonlar ve stafilokokal kromozom kasetlerini ihtiva eder.¹⁴³

S. aureus agr, sar ve sae olmak üzere 3 adet iyi bir şekilde tanımlanmış virulans determinant üretiminin global regülatörüne sahiptir. Bu regülatörler gelişme için gerekli olan yüzey proteinleri, ekzoproteinler ve diğeri proteinlerin ekspresyonunu düzenler. Yardımcı gen regülatörü (agr); TSST-1, enterotoksin B ve C gibi ekzoproteinleri ve V8 proteazı artırarak düzenlerken fibronektini bağlayıcı protein gibi hücreyle ilişkili proteinlerin sentezini ve postekspansiyon faz ve istasyon gelişme fazındaki fibrinojene bağlı proteinleri azaltarak düzenlemektedir.¹⁴⁴⁻¹⁴⁶ Stafilokokal yardımcı regülatörü (sarA) α -, β -, γ - hemolizin gibi bazı ekzoproteinlerin ekspresyonunu azaltırken, proteaz gibi diğeri proteinlerini artırmaktadır. sarA aynı zamanda agr-bağılı regülasyonda da rol oynamaktadır.^{147,148} Bir diğeri gen lokusu olan *S. aureus* ekzoprotein ekspresyonu (sae) virülans determinantların üretiminden sorumludur. Sae gen lokusu α - ve β - hemolizini, DNase, koagülaz ve protein A üretimini azaltmaktadır. Buna karşın d-hemolizin, proteazlar ve lipaz üretim seviyeleri arasında bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.¹⁴⁹

SE'leri kodlayan genlerin birçoğu mobil genetik element olan farklı genetik kaynaklarına sahiptir. Örneğin SEA ılımlı fajların bir ailesi tarafından taşınmaktadır.¹⁵⁰

SEB, *S. aureus* türlerinde 750 kb'lık bir plazmidin içerisinde lokalize olmuştur.¹⁵¹ SEC, patojenik bir adada lokalize olmuş bir gen tarafından kodlanırken, SEE ise defektif bir faj tarafından taşınmaktadır.¹⁵² *S. aureus*'taki virulans faktörlerini kontrol eden temel düzenleyici sistem, stafilokokal yardımcı regülatör ile kombine bir şekilde hareket eden yardımcı gen regülatörüdür (agr). Hemen hemen bütün SE genleri agr sistem tarafından kontrol edilmektedir.¹⁵³ SEB, SEC VE SED genlerinin agr'ye bağımlı olduğu, SEA ve SEJ genlerinin ise agr'den bağımsız olduğu ispatlanmıştır.^{154,155}

2.5.4. *S. aureus*'un Gelişimini ve İnaktivasyonunu ve Enterotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

S. aureus'un gelişimi ve canlılığı sıcaklık, su aktivitesi (a_w), pH, oksijen varlığı ve gıdanın kompozisyonu gibi bir takım çevresel faktörlere bağlıdır. Bu fiziksel gelişme parametreleri *S. aureus* türleri arasında farklılıklar göstermektedir.¹⁵⁶ Stafilokoklar mezofilik olmasına rağmen bazı *S. aureus* türleri 6-7 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda gelişebilmektedir. Genel olarak *S. aureus*'un gelişimi için optimum 35 °C'lik sıcaklıkla birlikte 7'den 47.8 °C'ye kadar değişen sıcaklıklar gereklidir. Gelişme için pH değişimi optimum pH 7.0 ve 7.5 arasında olmak üzere pH 4.5 ile 9.3 arasında olabilmektedir (Tablo 2.8). Su aktivitesi noktasında stafilokoklar diğer nonhalofilik bakterilerden daha düşük seviyelerde gelişebilme yeteneği açısından farklıdır. Stafilokoklar ideal koşullar altında 0.83 a_w kadar düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir. Bu düşük a_w koşulları bazı yarışmacı mikroorganizmaların gelişmesi için oldukça düşüktür. Birçok *S. aureus* suşu tuz ve şekerlerin varlığına yüksek oranda tolerans göstermekte ve 0.83 ile >0.99 arasında değişen a_w 'lerde gelişmekle birlikte bunu en iyi >0.99'da göstermektedir.^{157,158}

Spor oluşturmeyen bir bakteri olarak *S. aureus* nispeten sıcaklığa dirençlidir. Gözlemlenen desimal azalma süresi (D değeri) 60 °C'lik broth içerisinde 4.8-6.6 dk'dır.

60 °C’de 20.5 dk yağ içerisinde muhafaza edildiğinde ısıya direnç daha da artar.¹⁵⁹ *S. aureus* şu sıcaklık/zaman koşulları sağlandığında sütte inaktive olur: 57.2 °C/80 dk, 60.0 °C/24 dk, 62.8 °C/6.8 dk, 65.6 °C/1.9 dk, 71.7 °C/0.14 dk. Diğer süt ürünlerinde a_w azalınca dek ısıya olan direnç artmakta ancak a_w 0.70 ve 0.80 arasında olduğunda direnç giderek azalmaktadır. *S. aureus*’lar için bir gıdada kaydedilen en düşük gelişme sıcaklığı domuz pastırmasında 5 °C’dir. 7.5 °C’de 5 enterotoksijenik izolat karışımının broth’da bir gelişme gösteremediği buna karşın 8 °C’de gelişme ortam koşulları optimal sağlandığında tespit edilmiştir.¹⁶⁰

Tablo 2.8. *S. aureus* Gelişimi ve Enterotoksin Üretimi için Limitler

	Bakteriyel Gelişme		Enterotoksin Üretimi	
	Optimum	Aralık	Optimum	Aralık
Sıcaklık (°C)	37	7-48	40-45	10-48
pH	6-7	4-10	7-8	4.5-9.6
Su aktivitesi (a_w)	0.98	0.83->0.99	0.98	0.87->0.99

2.5.4.1. Sıcaklık, pH, Su Aktivitesi (a_w değeri) ve Tuz

Stafilokokal enterotoksinler *S. aureus*’un gelişiminden daha sınırlı sıcaklık aralıklarında üretilmektedir. Genel olarak enterotoksin üretimi optimum 40-45 °C olmak üzere 10-46 °C’lik sıcaklık arasında gerçekleşmektedir.¹⁶¹ Enterotoksinler sütte sıcaklığa dirençlidir. Sıcaklığa olan dirençleri 121 °C ve 100 °C’de D değerinin sırasıyla 9.9-11.4’ten 70.0 dk’ya kadar değişen aralıklarda olduğu bildirilmiştir.^{162,163} Brain Heart

Infusion'da enteretoksin, 5 gün sonunda 10.8 °C'de tespit edilirken 8.7 °C'de 10 günlük inkübasyonda tespit edilememiştir.¹⁶²

Birçok stafilokok türü optimal 6-7 arasında olmak üzere pH değerinin 4 ve 10 arasında olduğu aralıkta gelişebilmektedir. Diğer kültürel parametreler optimal olmadığında tolare edilebilen pH değeri sınırlanabilmektedir.¹⁶³ Örneğin, aerobik olarak kültürü yapılmış *S. aureus* türlerinin gelişme ve SE üretimi için gerekli olan en düşük pH 4.0 iken anaerobik kültürlerde gelişme ve SE üretimi için en düşük pH değeri 4.6 ve 5.3'tür. *S. aureus*'un pH'ya yanıtını etkileyen diğer önemli parametreler inokulum seviyesi, gelişme ortamının tipi, NaCl konsantrasyonu, sıcaklık ve atmosferdir. SE üretimi nötral pH'da optimaldir ve asidik pH'da azalmaktadır.¹²³ Ortamı asitleştirmek için kullanılan maddeler SE üretimine daha fazla veya daha az etki göstermektedir. Örneğin asetik asit laktik asitten daha fazla SE üretimine etki göstermektedir. Yüksek NaCl konsantrasyonu asidik pH'nın inhibitör etkisini artırmakta pH'nın bağımsızlığı durumunda ise % 12'nin üzerindeki tuz konsantrasyonlarında SE üretimi şekillenmemektedir.¹⁶⁴

Stafilokoklar açısından su aktivitesi diğer gıdayla ilişkili patojen bakterilerden daha geniş bir a_w aralığında gelişebilme yeteneğine sahip olduğu için büyük bir öneme sahiptir. Stafilokoklar optimum >0.99 a_w olmak üzere minimum 0.83 a_w 'de yaşayabilmektedir.¹⁶⁵ Enterotoksinler, düşük su aktivitesi ve aerobik koşullarda a_w değeri 0.86-0.89 arasında olsa bile üretilebilmektedir.¹⁶³ Enterotoksin üretimi için a_w koşulları toksinin tipine bağlı olarak farklılık göstermektedir. SEB üretimi düşük su aktivitesine karşı SEA'dan daha duyarlı olup SEA a_w 'nin 0.87-0.89, SEB ise 0.99-0.97 gibi daha dar bir aralığın olduğu su aktivitesinde üretilmektedir. SEC üretimi de tıpkı SEB gibi a_w koşullarına ihtiyaç duymaktadır.¹²³ *S. aureus*'u diğer patojenik

bakterilerden ayırt eden karakteristik bir diğer özelliğinden biri % 20'nin üzerindeki tuz konsantrasyonlarında yaşamasıdır. 35-37 °C'lik optimal gelişme sıcaklığında % 20'lik NaCl konsantrasyonuna kadar çoğalabilmektedir.^{166,167}

2.5.4.2. Atmosfer, Yüksek Basınç, Ultrason, Bakteriyofajlar, Yarışmacı Mikroorganizmalar

S. aureus oksijenin varlığında en iyi gelişme gösteren fakültatif anaerobik bir mikroorganizmadır. Anaerobik koşullar altında gelişme nispeten daha yavaş olmakta, günler sonra bile canlı hücre sayıları aerobik koşullar altındaki seviyeye ulaşamamaktadır. Bu yüzden aerobik kültürler % 95 N₂ + % 5 CO₂ ihtiva eden atmosferik koşullara göre yaklaşık olarak 10 kez daha fazla SEB üretimi yapmaktadır. Bunda çözülmüş oksijenin rolü oldukça büyüktür.^{168,169} Yapılan bir çalışmada¹⁷⁰ 37 °C'de anaerobik koşulların, SEA üretimini engelleyemezken aerobik koşullara göre daha az SEA oluşumuna yol açtığı bildirilmiştir.

Uygun sıcaklıklarda yüksek basınç uygulaması, vejetatif bakterilerini yok etmekte aynı zamanda üründeki organoleptik özellikler ve besin içeriğindeki az miktarda değişikliklerle birlikte bazı enzimleri inaktive etmektedir. Mikroorganizmaların yüksek basınca olan direnci mikroorganizma tipi, bakterinin fiziksel durumu ve gıda matriksine bağlı olarak yüksek oranda değişiklik göstermektedir.¹⁷¹ Erkmen ve Karataş,¹⁷² sabit bir sıcaklıkta (20±2 ve pH 6.4) yüksek hidrostatik basıncı (0.5-1.5 kbar) etkisi altında tutulan pastörize inek sütüne inokule edilmiş *S. aureus*'un canlılığı üzerine yaptıkları bir çalışmada 2.5 kbar'da 12 dk'lık uygulamanın koloni sayısını 8.61 log₁₀ kob/ml'den 4.38 log₁₀ kob/ml'ye düşürürken, 3.0 kbar'lık bir basıncın 8 dk uygulanması ile hiçbir gelişimin olmadığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada bakteriyosin üreten starter kültürle birlikte 500 MPa yüksek

basıncın kullanımıyla oluşan sinerjistik etkinin *S. aureus*'un miktarı üzerinde $4 \log_{10}$ kob/g azalma gösterdiği bildirilmiştir.¹⁷³

20 kHz'nin üzerindeki ultrasonik dalgalar bakteriyel hücre gelişimini engellemektedir. Yapılan bir çalışmada¹⁷⁴ 40 kHz'lik bir ultrasonik uygulamanın metisiline dirençli *S. aureus*'ların (MRSA) hücre membranlarına zarar verdiği belirtilmiştir. Bir başka çalışmada¹⁷⁵ 30 dk 35 kHz'lik ultrason uygulamasının MRSA'da $6 \log_{10}$ kob/ml'lik bir azalmaya yol açtığı bildirilmiştir. *S. aureus*'ların canlılıkları üzerine etkili olan bir diğer faktör olan bakteriyofajlar bakterinin ölümüne yol açabilmektedir. Pastörize sütte, konakçı hücre sayısının 10^6 üzerine çıktığı zaman fajlar sayesinde önemli düzeyde bir kontrol sağlanır. Nizin ile kombine edildiğinde fajların sinerjistik bir etkiye sahip olduğu başka bir çalışmayla gösterilmiştir.¹⁷⁶

S. aureus yarışmacı mikroorganizmaların varlığında iyi gelişmemektedir. Asidik ürünler, pH'nın düşürülmesi, H_2O_2 üretimi veya antibiyotik, uçucu bileşenler veya besinsel yarışma gibi diğer inhibitör faktörlerin etkisiyle inhibisyon şekillenmektedir.¹⁷⁷ Enterotoksin üretimi patojenle yarışan türlere göre farklılık göstermektedir. Kısmi olarak elde edilmiş SEA bazı LAB (*Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Leuconostoc*) tarafından parçalanmıştır. Enterotoksin üretiminin, organizma ile yarışmalı olduğu durumlarda daha fazla sayıda *S. aureus* hücresinin bulunduğu durumlarda şekillendiği ileri sürülmüştür. Örneğin 3×10^6 kob/ml konsantrasyona sahip *S. aureus* broth içerisinde enterotoksin üretirken $7-8 \times 10^6$ kob/ml konsantrasyon ile çiğ sütte enterotoksin üretememektedir.¹⁷⁸

2.5.4.3. Organik asitler ve Katkı Maddeleri

Asetik asit ve laktik asitin minimum inhibitörük konsantrasyonu, *S. aureus* için sırasıyla 0.6 ve 2.5 $\mu\text{l ml}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir.¹⁷⁹ 37 °C’de rekonstitüte sütte pH’nın HCl ile ayarlanarak 4.5 olduğu koşullarda *S. aureus*’un gelişimi gözlemlenirken pH’nın laktik asitle ayarlandığı aynı pH’da inaktivasyonu şekillenmiştir.¹⁸⁰ Katkı maddeleri de *S. aureus*’un gelişimini etkilemeleri açısından oldukça önemli bileşenlerdir. Tereyağı ve peynire renk kazandırmak için katılan annatto % 0.16 düzeyinde bulunduğunda *S. aureus* üzerine inhibitörük etkisi bulunmaktadır.¹⁸¹ Camellia japonica ekstraktları 25 °C’deki sütte inkübe edilen *S. aureus*’un gelişimini inhibe etmiştir.¹⁸² Çinko oksit nanopartikülleri 3 saatlik maruz kalmanın ardından *S. aureus*’un % 90’dan daha fazlasını inhibe ettiği bildirilmiştir.¹⁸³

2.6. *Staphylococcus aureus* ve Enterotoksinlerinin Tespiti

Gelişmekte olan ülkelerde fenotipik testler stafilokokal enfeksiyonların tanısında rutin olarak kullanılmaktadır. *S. aureus* genel olarak non-spesifik ortamda (ör., kanlı agar) ve tanımlayıcı karakterizasyonundan önce varsayımsal olarak izole edilmektedir.^{184,185} Tek aşamalı olarak varsayımsal izolasyonu için 1945 yılında klinik mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılmak üzere mannitol salt agar (MSA) geliştirilmiştir. Ortamın yüksek tuz içeriği ve mannitolün fermentasyonu sonucu oluşan sarı kolonilerinin gelişim ve üretimi *S. aureus*’un identifikasyonunda varsayımsal bir metot olarak kabul edilmektedir.¹⁸⁶

S. aureus’un kabul gören başlıca tespit yöntemleri şunlardır; a) % 7.5 veya 10 NaCl varlığında *S. aureus*’un gelişme kabiliyeti, b) % 0.01 - 0.05 lityum klorid ve % 0.12 – 1.26 glisin veya 40 ng / ml polimiksin varlığında gelişme kabiliyeti, c) potasyum

telluriti indirgeyerek aerobik ve anaerobik olarak siyah koloniler üretmesi, d) koloni formu, görünüşü ve boyutu, e) kolonilerin pigmentasyonu, f) koagülaz aktivitesi ve katı ortamda asit oluşturma, g) *S. aureus*'un yumurta sarısını hidrolize etmesi, h) termonükleaz üretmesi ve i) 42-43 °C'de selektif agarda gelişim.¹⁸⁷

Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından *S. aureus*'un sayım ve tespitine dair belirlenmiş bazı metotlar bulunmaktadır. Bunlardan birincisi direkt plaka sayım yöntemi 100'den fazla *S. aureus* hücrelerini içeren gıdaların analizi için uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Sayımı takiben *S. aureus*'un koagülaz testinin yanı sıra katalaz, anaerobik glikoz kullanımı, anaerobik mannitol kullanımı, lizostaphin duyarlılığı, TNase üretimi gibi yardımcı testler de uygulanmaktadır. Bir diğer *S. aureus* tespit yöntemi olan En Muhtemel Sayı Yöntemi (MPN) *S. aureus*'un düşük sayılarda olduğu ürünlerin rutin incelemelerinde ve yarışmalı türlerin yüksek sayılarda olması beklenen gıdalarda önerilmektedir.¹⁸⁸

Stafilokokal enterotoksinlerin tanımlanmasında maymun, kedi gibi hayvanları kullanılarak yapılan biyolojik değerlendirme, özgül olmayan sonuçlar vermesi ve etik gerekçelerden ötürü tercih edilebilir bir yöntem değildir.¹⁸⁹ Enterotoksinlerin tespiti için kullanılan birçok laboratuvar metodu, çeşitli toksin serotiplerinin her biri için spesifik antikor kullanımına dayanmaktadır. Bu tür serolojik değerlendirmeler genel olarak antijen-antikor tipine göre gruplara ayrılmaktadır; a) direkt çöktürme yoluyla immunodiffüzyon ve çöktürme inhibisyonu deneyleri, b) aglütinasyon deneyleri, c) izli-etiketli veya etiketlenirilmiş immünodeneyler. Bu testler içerisinde günümüzde en sık kullanılan ve stafilokokal enterotoksinlerin tespitinde en güvenilir metot olarak ELISA öngörülmektedir. Yarışmalı ve yarışmasız ELISA bazlı metotlardan yarışmasız çift antikorlu ELISA rutin toksin identifikasyonunda en popüler yöntemdir.^{159,190}

S. aureus hücre ve enterotoksin üretiminin tespitinde DNA bazlı identifikasyon, hem güvenilir tespit hem de miktar tespiti açısından oldukça önem arz eden bir yöntemdir. Klasik ve Realtime PCR uygulamaları DNA bazlı identifikasyonun önemli türleridir. Adı geçen sistemlerin günümüzde kullanım amaçları daha çok spesifik bakteri türlerinin tanısını doğrulamak içindir. Realtime PCR uygulaması ile enterotoksin üretiminden sorumlu mRNA gen sekansı belirlenebilmekte böylece gen aktivitesi ortaya konulabilmektedir. Bu yöntemle toksin üreten mRNA sekansının belirlenmesi mikroorganizmanın toksijenik potansiyeli hakkında şüphe bırakmamaktadır.¹⁹¹ Bir tür veya organizmanın her hücresi için her zaman sabit düzeylerde eksprese olan gen olarak tanımlanan housekeeping genler Realtime PCR uygulamalarında hedeflenen gen dizisinin farklı koşullar altında ekspre edilmesini eşitleyebilmek amacıyla kullanılmaktadır. mRNA'nın koşullara göre ekspirasyon farklılığını ortadan kaldırmak için kullanılan bu yöntemde oranlamanın yapılacağı *S. aureus*'a ait bazı housekeeping genler şunlardır; *ftsZ*, *pta*, *hu*, *gyrB*, *FemB*.^{23,192}

2.7. Patogenez ve Semptomlar

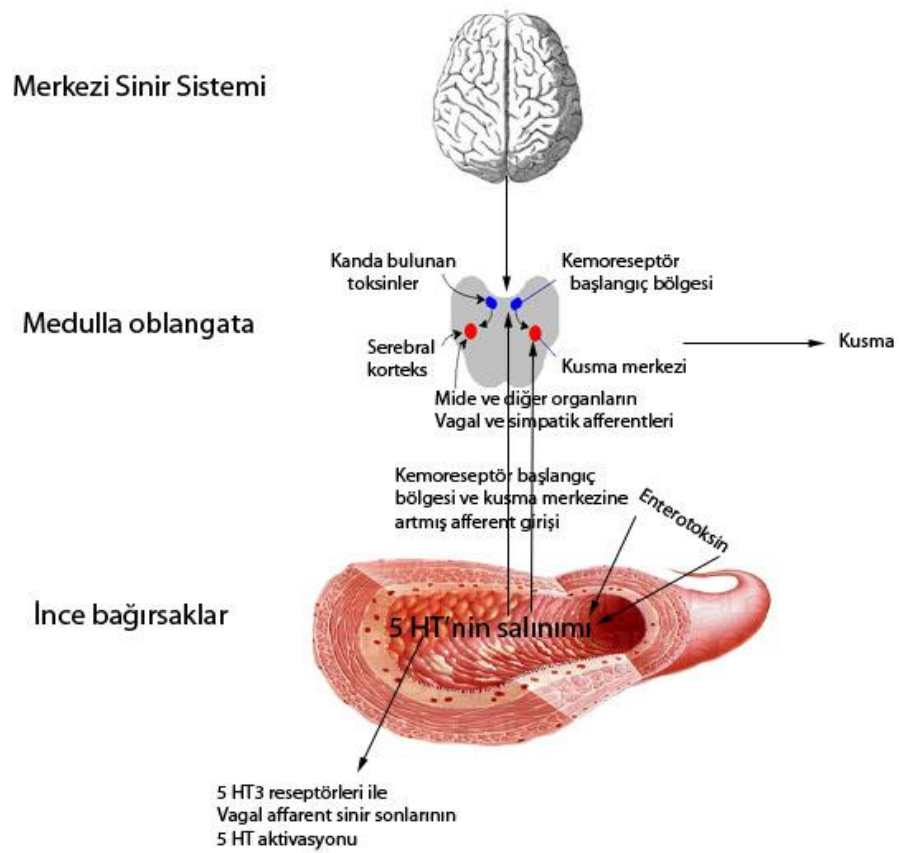
S. aureus iyi bir şekilde tanımlanmış, insanlarda bulunan fırsatçı bir patojendir. Deri lezyonlarının yanı sıra enterotoksemi ve septisemik infeksiyonlara yol açmakta ve ayrıca toksik şok sendromunun nedeni olarak oldukça önemli bir etkidir.¹⁹³ Hemen hemen bütün *S. aureus* türleri 4 hemolizin (alfa, beta, gama ve delta), proteaz, lipaz, hyaluronidaz ve kollejenaz içeren bir grup enzim ve sitotoksinlere sahiptir. Bu proteinlerin temel fonksiyonu lokal konak dokularını bakterinin gelişimi için gerekli olan besinlere dönüştürmektir. Bazı türler ilave olarak toksik şok sendromu toksin-1 (TSST-1), stafilokokal enterotoksin, ekzofolatif toksin ve lökosidin gibi bir veya birden fazla ekzoprotein üretmektedir. Her bir toksinin immun sistem hücrelerine olan

potansiyel etkisi bilinmesine rağmen bazılarının biyolojik etkisi daha az bilinmektedir. İn vivo ortamda bunların genel fonksiyonları *S. aureus*'a karşı oluşmuş konak immun yanıtını inhibe etmek olabilir. TSST-1 ve stafilokokal enterotoksinler pirojenik toksin süperantijeni olarak da bilinmektedir.¹⁹⁴

SE'lerin putatif hücresele reseptörlerin bulunduğu batin organlarında lokalize olmuş emetik refleksi başlatmadan sorumlu olduğu bilinmektedir.¹⁹⁵ Bu reseptörler henüz identifiye edilmediğinden stafilokokal zehirlenmelerin patogeneğinde erken dönemde gerçekleşenlerle ilgili birçok noktada belirsizlik bulunmaktadır.¹⁹⁶ Stafilokokal zehirlenmelerin semptomları prostoglandin E₂, lökotrien B₄ ve 5-hidroksizosotetranoinik asit gibi birkaç adet inflamatuvar meditörlerin oluşumuyla yüksek oranda ilişkilidir.¹⁹⁷ Gıda kaynaklı SE'lerden ileri gelen zehirlenmelere, intestinal hücrelerin toksinlerle lokal etkileşimiyle birlikte toksinlerin intestinal mast hücrelerinden serotonin salınımına sebep olarak sindirim sistemindeki sinir merkezlerini uyarması sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.¹⁹⁸ Serotonin, aferent vagal sinir uçlarında lokalize olmuş ligand bağılı iyon kanalı olan 5-HT₃ reseptörlerine bağlanır. Serotoninin reseptörlere bağlanması bulantı ve kusma yanıtı oluşturan medulla refleksi merkezini uyaran kanalları açar (Şekil 2.3). Bu bilgiye rağmen böyle bir etkileşim hastalığın patofizyolojisini tam olarak açıklayamamaktadır. SE intoksikasyonuna maruz kalan hastalar mukozal hiperemi, bölgesel ödem, peteşi ve purulent eksudat gibi daha şiddetli sindirim sistemi bozuklukları gösterebilmektedir.¹⁹⁹

Lokal immun sistem aktivasyonu SE sindirimi ile ilişkili gastrointestinal hasardan sorumlu tutulabilmektedir. İnflamatorik değişiklikler gastrointestinal sistemin bazı bölgelerinde gözlenmekle birlikte en şiddetli lezyonlar mide ve ince bağırsakların üst kısımlarında ortaya çıkmaktadır. SE intoksikasyonları ile ilişkili diyareler bazen de

ince bağırsaklardaki su ve elektrolit emiliminin inaktive edilmesinden kaynaklanabilmektedir. SE'lerin süperantijenite ve enterotoksisite gibi iki farklı aktivitesi arasındaki ilişki ise enterotoksik aktivitenin toksinin dolaşım sistemine geçişini ve vücut içinde dolaşımına imkân tanıyan transsitozu kolaylaştırdığı ve bu şekilde süperantijenik aktiviteye yol açan antijen ve T hücreleri arasındaki etkileşimi sağladığı şeklinde açıklanmaktadır.²⁰⁰⁻²⁰²



Şekil 2.2. Enterotoksin Kaynaklı Bulantı ve Kusmanın Öngörülen Yolu

Stafilokokal gıda zehirlenmelerinin semptomları genel olarak hızlı bir başlangıca sahiptir ve gıda tüketimini takiben ortalama 3 saat sonra görülmeye başlar. En yaygın görülen semptomlar bulantı, kusma, abdominal kramplar ve diyaredir. Bireyler

zehirlenmeyle ilgili tüm semptomları göstermeyebilir. Şiddetli olgunlarda baş ağrısı, kas krampları, kan basıncı ve nabız oranında geçici değişiklikler ortaya çıkabilmektedir.¹⁵⁸ İyileşme genel olarak 1-3 gün arasında gerçekleşir. Ölüm oranı düşüktür (% 0.03) fakat özellikle çocuk ve yaşlılarda (% 4.4) ölüm vakaları bildirilmiştir.²⁰³ Kısa inkübasyon süresi, hastalığın kısa sürmesi ve klasik ateşin olmayışı, stafilokokal intoksikasyonları *Vibrio parahaemolyticus* veya *Salmonella* spp. gibi diğer tipteki gıda zehirlenmelerinden ayırmaktadır. Herhangi bir vaka, yüksek riske sahip gıdaların tüketimiyle çok kısa sürede ortaya çıkan üst gastrointestinal semptomla karakterize akut bir durumla kolaylıkla SGZ teşhisi konulabilmektedir.²⁰⁴

2.8. S. aureus'un Gıdalarda Bulunuşu ve Salgınlar

Stafilokokal gıda zehirlenmeleri genel olarak hazırlanışı sırasında elle temasa gerek duyulan ve hazırlandıktan sonra çok düşük oranda sıcaklığı artırılan gıdaların tüketimiyle birlikte görülmektedir. Çoğu zaman kontamine gıda maddeleri, soğutma sürecindeki bir başarısızlık veya peynir yapımı gibi üretim sırasında izin verilen gelişme sıcaklığına ihtiyaç duyulan durumlardan ötürü *S. aureus*'un gelişimine olanak sağlayan bir sıcaklığa ulaşır.¹⁵⁸ *S. aureus* kolonileri sağlıklı insan popülasyonlarının % 30-50'sinin floralarında kolonize olmuştur.²⁰⁵ Özellikle burun deliklerinin anterior kısmı bakterilerin en sık taşındıkları yerdir. Amerika'da 2001-2002 yılları arasında yürütülen Ulusal Sağlık ve Beslenme Kontrol İncelemelerinde çocuk ve yetişkinlerin dahil olduğu şehirleşmemiş popülasyonun yaklaşık olarak 1/3'nün (% 32.4) nazal taşıyıcı olduğu belirlenmiştir.²⁰⁶ Enfekte gıda işçilerinden ileri gelen stafilokokal gıda zehirlenmelerini engelleyebilmek taşıyıcıların asemptomatik olmasından ötürü oldukça zor olabilmektedir.²⁰⁷ Etiyopya'da kafeteryalarda çalışan 127 gıda işçisinden % 16.5'inin parmak uçları *S. aureus* yönünden pozitif bulunmuştur.²⁰⁸ Bir başka çalışmada²⁰⁹

Botsvana’da 200 gıda işçisinin % 57.5’nin *S. aureus* yönünden pozitif bulunduğu bildirilmiştir.

S. aureus çiğ gıdalarda flora bakterileriyle iyi yarışmadığı için kontaminasyon özellikle pişmiş veya pişmekte olan ürünlere elle temasa bağlı olarak *S. aureus* gelişimi ve enterotoksin üretimine imkan tanıyan depolama koşullarını takiben şekillenmektedir. Bunun yanı sıra sığır, koyun, keçi gibi hayvanların süt ve süt ürünlerinde ve özellikle subklinik mastitislere bağlı olarak çiğ süt *S. aureus* ile kontamine olabilmektedir. Hava, toz ve gıda yüzeyleri *S. aureus*’un gıdalara transferinde araç olarak rol oynayabilmektedir.²¹⁰ Stafilokokal gıda zehirlenmeleri et ve süt ürünleri gibi proteince zengin gıdalarda mikroorganizmanın gelişimiyle ilişkilendirilmiştir. Bu ürünler sıvı besiyerleri ile karşılaştırıldığında mikrobiyel içerik, tuz, pH, besin içeriği, oksijen varlığı ve sıcaklık gibi faktörlerden ötürü oldukça kompleks yapıya sahiptirler. Enterotoksin üretimine etkili gıda kaynaklı çevresel bazı koşullar Tablo 2.9’da özetlenmiştir.

Stafilokokal gıda zehirlenmelerinin gerçek insidansı a) sağlık kurumlarıyla iletişim halinde olan hastaların zayıf yanıtları, b) diğer gıda zehirlenme tiplerine benzer semptomlar gösterebilen hastalığa tanı koyamama, c) laboratuvar analizi için örneklerin yeterince toplanmaması, d) uygun olmayan laboratuvar uygulamaları, e) rapor edilmeyen vakalar gibi nedenlere bağlı olarak tam olarak bilinmemektedir.¹⁸⁷

S. aureus’tan ileri gelen SGZ’ler dünya çapında yaygınlık göstermektedir. Bu salgınlara ait bazı epidemiyolojik veriler aşağıda özetlenmiştir.

1997 yılında ABD’nin Florida eyaletinde *S. aureus* enterotoksinleri ile kontamine jambonun tüketilmesinin ardından bir gıda zehirlenme vakası ortaya çıkmıştır. Bu salgında bir partiye katılan 125 kişiden 31’i bulantı, kusma, diyare,

Tablo 2.9. Gıdalarda *S. aureus* Gelişimini ve Enterotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Faktör	Optimal gelişme	Gelişme limitleri	Optimal SE üretimi	SE üretim limitleri	Etkilenen Enterotoksinler	Enterotoksin üretimine Etkileri	Gıda maddesi
Sıcaklık	35-41 °C	6-48 °C	34-40 °C	10-46 °C	SEA, SEB, SEC, SED	Sıcaklık enterotoksin sentezini gelişmeden daha çok etkilemiştir. Aerobik gelişme koşullarına tolerans anaerobik koşullara göre daha yüksek. Laktik asit toksin oluşumun inhibe etmektedir.	Süt Jambon Yumurta ürünleri
pH	6-7	4-10	7-8	5-9,6	SEA, SEB, SEC, SED SEE	SEB ve SEC, SEA ve SEH' e göre daha duyarlı. SEH enterotoksin üretimi 0,97 > 1 > 0,95 a _w	Jambon Sucuk
a_w	0,99	0,83 ≥ 0,99	0,99	0,86> 0,99	SEA, SEB, SEC, SEH	Sıcaklığı artırmak SEA üretimini sınırlamakta ve SEB üretimi gelişmeden daha güçlü bir şekilde inhibe edilmiştir. SEB'in verimi 10 kez artmıştır. SEB üretimi için % 10 çözölmüş oksijen yeterlidir.	Tütsülen miş sığır eti Tütsülen miş domuz eti Bacon Sucuk
NaCl	% 0	% 0-20	% 0	< % 12	SEA, SEB, SEC	SEC, SEL güçlü bir biçimde SEK, SEG, SEH ise nispeten daha zayıf kısıtlanmış.	Jambon Sucuk
O₂	Aerobik	Anaerob- aeorob	Aerobik	Anaerob- aeorob	SEA, SEB, SEC, SEH	-	Jambon Karides Sucuk
Eh	>+200 mV	≥ +200 mV	>+200 mV	≥+200 mV	-	-	-
Lcc. lactis	-	-	-	-	SEC, SEL(SEK, SEG, SEH)	-	Peynir

terleme, titreme, yorgunluk, kas ağrıları, baş ağrısı ve ateş şikâyetiyle hastaneye başvurmuşlardır. Semptomlar jambonun tüketimini takiben 3-6 saat içerisinde gelişmeye başlamış ve 24 saat kadar sürmüştür. 7 hasta birey medikal yardım alırken bunlardan 2 tanesi bir süre hospitalize edilmiştir.²¹¹ 2002 yılı Mart ve Nisan aylarında Avustralya’da 250’den fazla bireyin maruz kaldığı bir gıda zehirlenmesi salgını ortaya çıkmıştır. Mart ayının sonunda yaklaşık 600 bireyin katıldığı bir toplantıda pirinç, kuzu ve patatesten yapılmış et yemeğinin servisinin ardından salgın belirlenmiştir. Yapılan epidemiyolojik çalışmaya göre etin bir gün önceden hazırlandığı ve tüketimden önce ısıtıldığı tespit edilmiştir. 100’den fazla hasta dehidrasyon tedavisi için hastanede hospitalize edilmiştir.²¹²

Brezilya’da 1998 yılında 4.000’den fazla bireyin etkilendiği stafilokokal bir gıda kaynaklı zehirlenme vakası bildirilmiştir. Toplanan gıda maddelerini, nazofarinks ve tırnak swaplarından enterotoksijenik *S. aureus* yönünden pozitif olan gıdayla temas eden gıda işçileri tarafından kontamine edildiği tespit edilmiştir.²¹³

ABD’de 1988 yılında gerçekleşen bir salgın olayında 850’den fazla öğrencinin etkilendiği bir gastroenterit vakası bildirilmiştir. Bu salgına SE içeren çikolatalı sütün yol açtığı belirlenmiştir.²¹⁴ Avusturalya’da Haziran 2000 ile Mart 2012 yılları arasında kayıt altına alınmış 14 *S. aureus* salgınında 429 bireyin (25 hospitalize, 1 ölüm) etkilendiği belirlenmiştir. Bu vakaların yaklaşık $\frac{1}{3}$ ’lük kısmının kanatlı etlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Yine bu salgınların % 29’unun ticari catering firmalarının hazırlamış olduğu gıdalardan kaynaklandığı belirtilmiştir.²¹⁵ Tablo 2.10’da *S. aureus* ile ilişkili seçilmiş büyük salgınların özeti sunulmuştur.

2.9. *S. aureus*’un Çevredeki Varlığı ve Üretim Sürecinde Kontrolü

Stafilokoklar; hava, toz, kanalizasyon, su, süt, gıda veya gıda ekipmanları, çevresel yüzeyler, insan ve hayvanlarda bulunabilmektedir. İnsan ve hayvanlar primer rezervuardır. Stafilokoklar sağlıklı bireylerin % 50 veya daha fazlasının burun kanalları ve boğazında, saç ve deri üzerinde bulunabilmektedir. Bu insidans hasta bireyler ve hastane ortamıyla temas halinde bulunan bireylerde daha yüksek olabilmektedir.

Tablo 2.10. *S. aureus* ile ilişkili Seçilmiş Büyük Salgınlar (> % 50 vaka ve/veya ≥ 1 ölüm)

Yıl	Vaka sayısı (Ölüm)	Gıda	Ülke	Yorum
2007	400 (1)	UHT süt	Paraguay	Pastörizasyon sonrası kontaminasyon.
2006	113	Tavuk eti ve pirinç	Avusturya	Mutfak çalışanları <i>S. aureus</i> yönünden pozitif.
2000	13.420	Süt tozu	Japonya	Süt tozu üretimi sırasında 9 saatlik elektrik kesintisi üretimi geciktirdi. Pastörizasyon <i>S. aureus</i> 'u inhibe ederken toksinler canlı kaldı.
1990	100	Jambon	ABD	Gıda işçileri <i>S. aureus</i> yönünden pozitif. Uygun olmayan soğutma, elle uzun süre temas ve yetersiz ısıtma.
1989	99	Mantar konservesi	ABD	Mantar elle seçilmiş ve ayıklanmış. Mantarlar soğutma olmaksızın plastik kutularda depolandı.
1980 ortası	> 850	Çikolatalı süt	ABD	Süt pastörizasyon öncesi birkaç saat süreyle tankta yetersiz soğutuldu.

Gıda zehirlenmesi vakalarında gıda kontaminasyonunun ana kaynağı gıda işçileri olmasına karşın çevre ve çevresel yüzeyler *S. aureus* ile kontaminasyonun kaynağı olabilir. İnsanlarda zehirlenmelere gıdalara yeterince ısıtılma işlemi uygulanmaması (60 °C, 140 °F, veya yukarısı) veya yetersiz soğutmadan (7.2 °C, 45 °F, veya aşağısı) oturtulması *S. aureus*'un bazı türlerinin gıdalarda ürettiği oldukları enterotoksinlerin tüketiminin yol açtığı bilinmektedir.¹⁵⁸ Gıdalardaki mikrobiyal flora da *S. aureus*'un gelişimini etkileyen en önemli unsur olarak değerlendirilmektedir. Örneğin LAB'ın belli koşullar altında ekstrasellüler proteaz aktivitesi ile enterotoksin seviyesinde azalmaya yol açtığı bilinmektedir.¹⁶⁸

Stafilokoklar ubiquiter özelliktedir ve bu yüzden çevreden elimine edilmesi imkânsızdır. Gıdaların gelişimi, hasat etme, işleme, paketlenme ve depolamaları sırasında bakteri yükündeki toplam tahrip veya anlamlı azalış genel hedef olmuştur. Gıdalardaki organizmaların kontrolü için kullanılan bazı metotlar ayrı ayrı veya kombine bir biçimde gıdaların korunması için kullanılmaktadır. Stafilokoklar; ısıtma, soğutma, kurutma, radyasyon veya kimyasal uygulamalara tabi tutulduğunda letal dozlarda tamamen yok edilebilir veya subletal dozlarda hasar görebilmektedir. Bu organizmaların tamamen yok edilmeleri ideal olmasına karşın subletal hasar görmeleri organizmaların uygun koşullar altında yeniden canlılık kazanmaları ve çoğalmalarına olanak sağlayabilmektedir.¹⁵⁸ *S. aureus*'un sebep olduğu çoğu gıda intoksikasyonları, ev ve endüstriyel mutfaklardaki kötü hijyenin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. *S. aureus* organizmaları ısıya dirençli toksinin aksine inaktif olabilmekte ve bu toksinler gıda intoksikasyonlarına yol açmaktadır. Gıda kaynaklı stafilokokal zehirlenmelerin önüne geçebilmek için alınması gereken tedbirler şu şekilde sıralanabilir;

- Gıdaların hazırlanması ve taşınmasından önce sabun ve su ile ellerin ve tırnak altlarının kuvvetlice yıkanması;
- Burun veya göz enfeksiyonu bulunuyorsa gıdanın hazırlanmaması
- El veya bileklerde cilt yaraları veya enfeksiyon bulunuyorsa gıdanın hazırlanmaması ve sağlıklı bireylere servis edilmemesi;
- Mutfak veya gıdaların servis edildiği alanların temiz ve steril tutulması;
- Eğer gıda iki saatten uzun bir süre muhafaza edilecekse sıcak gıdalar sıcak ($>60\text{ }^{\circ}\text{C}$), soğuk gıdalar ise soğuk ($<4\text{ }^{\circ}\text{C}$) tutulmalı;
- Pişmiş gıdalar mümkün olan en kısa sürede geniş konteynerlerde muhafaza edilmeli ve soğutulmalıdır.²¹⁶

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Peynir üretiminde Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvancılık ve Araştırma Uygulama Biriminden temin edilen çiğ süt kullanılmıştır. Çiğ süttten mikrobiyolojik ve kimyasal analizler için örnek alındıktan sonra beyaz peynir üretimleri üç tekerrürlü olarak Bulgar usulü ile gerçekleştirilmiştir. Her tekerrür için 40 lt süt kullanılmış ve yaklaşık olarak 250-300 g'lık beyaz peynir kalıpları üretilmiştir.

3.1.2. Kalsiyum klorür (CaCl₂)

Peynir üretimlerinde, ısıt işlem nedeniyle bozulan iyon dengesini yeniden kurmak amacıyla Riedel-de Haen (Almanya)'dan sağlanan kalsiyum klorür çözeltisinden yararlanılmıştır (10g/100lt).

3.1.3. Starter kültür

Peynir üretiminde MAYSA GIDA San ve Tic. A.Ş. (İstanbul, Türkiye)'den sağlanan Mystarter Beyaz Peynir Kültürü CT 201 (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*) kullanıldı. Kültür inokülasyon oranı % 0.9 (w/v) olarak seçilmiştir.

3.1.4. Peynir mayası

Peynir yapımında 1/8000 kuvvetinde Trakya (İstanbul, Türkiye) marka ticari sıvı peynir mayası kullanılmıştır.

3.1.5. Salamura

Peynir salamuraları 95° C’de 5 dakika pastörize edildikten sonra soğutularak kullanıma hazır hale getirilmiştir. İki farklı konsantrasyonda (% 12 ve % 16 (w/v)) salamuradan peynir ağırlığının 0.75 katı (w/v) kadar depolama kaplarına ilave edilmiştir. Salamura içeren bu kaplar bir gece UV altında bekletilmiştir.

3.1.6. Deneyde Kullanılan Patojen Suşu

Çalışmada süte inokule edilecek *S. aureus*; stafilokokal enterotoksin B üreten bir suş olan *Staphylococcus aureus* NCTC 10654 FDA olup, 19 Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesinden temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. İnokulumun Hazırlanması ve İnokülasyon

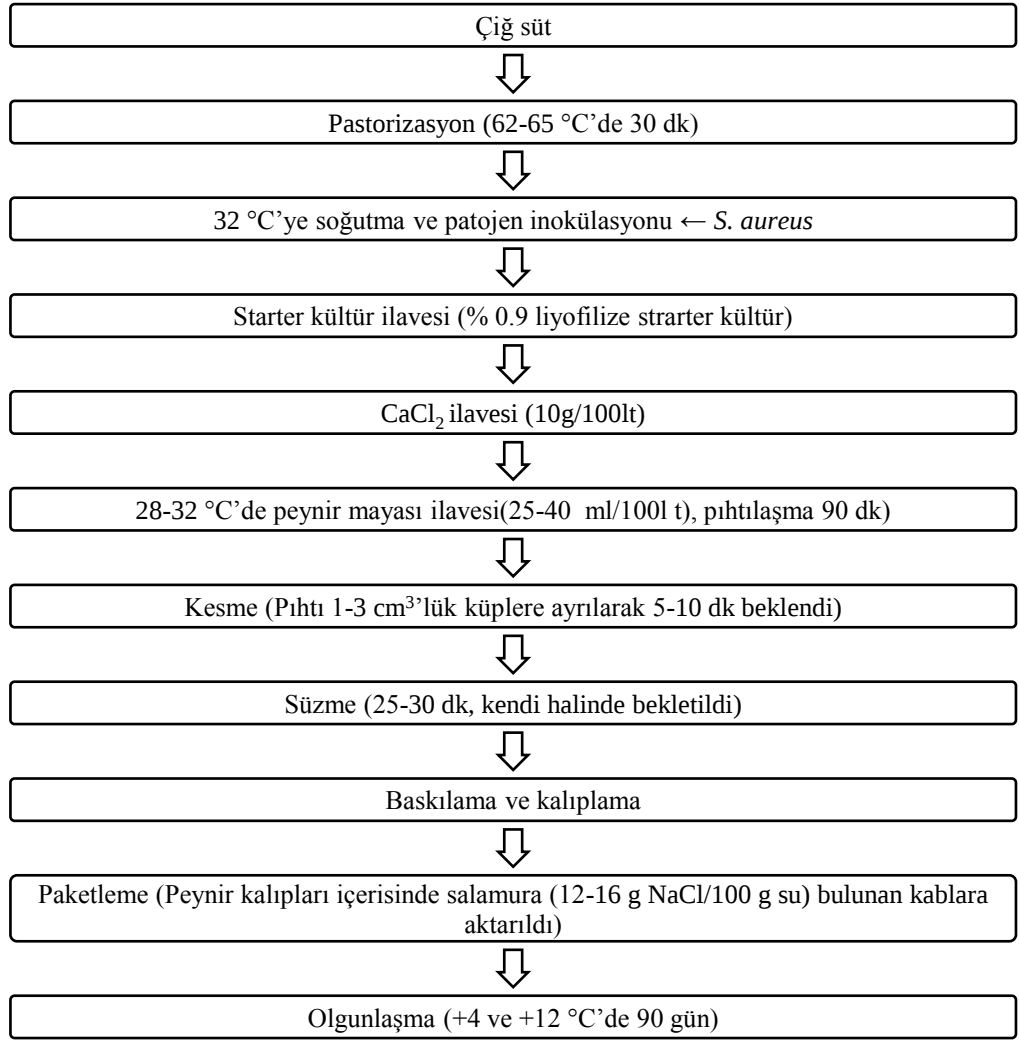
Staphylococcus aureus NCTC 10654 FDA, Brain-heart infusion (BHI; Oxoid, London, England) sıvı besiyerinde 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Üremesini gerçekleştiren suş, +4 °C’de santrifüj (3000 x g/5 dk.) edilerek (P-Selecta centrifuge; JP Selecta, Barcelona, Spain) üstte kalan süpernatant uzaklaştırılmış ve yaklaşık 9 ml ¼’lik ringer çözeltisi ilave edilerek pelet yıkanmış ve tekrar santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda üstte kalan süpernatant tekrar alınıp yine 9 ml ¼’lik ringer çözeltisi ilave edilerek pelet parçalanmıştır. Bu şekilde başlangıç solüsyonu hazırlanmıştır. Tüpteki *S. aureus* sayısı 10⁻⁶ dilüsyona kadar seyreltildikten sonra sayılmıştır. +4 °C’de 24 saat muhafaza edilen peletten tekrar 10⁻⁶ dilüsyona kadar seyreltilip sayım yapılmıştır. Sayımlar sonucu elde edilen mikroorganizma sayıları arasında direkt ilişki kurulmuştur. Elde edilen verilere göre suş ortalama 10⁶ kob/ml olacak biçimde deneysel çalışma sütlerine inokülasyon için hazır hale getirildi.

İnokülasyon işlemi, sütün pastörizasyonundan sonra 32 °C'ye soğutulduktan sonra yapıldı.^{22,217}

3.2.2. Deneysel Beyaz Peynir Üretim Prosedürü

Peynire işlenecek olan süt açık kazan tekniğine (VAT) göre 62-65 °C'de 30 dakika ısıtılma işlemine tabi tutulmuştur. Isıtılma işlemi sonrası pastörize süt mayalama sıcaklığı olan 32 °C'ye soğutulmuş ve 10^6 kob/ml düzeyinde *S. aureus* inoküle edilmiştir. Ardından inoküle süt içerisinde steril cendere bezi ve poşet çekilmiş sert plastik sepetlere aktarılmıştır. Bu sıcaklıkta liyofilize ticari kültür, peynir sütüne % 0.9 olacak biçimde ilave edilmiş ve ısıtılma işlemi sonrası bozulan iyonik kalsiyum dengesini yeniden kurmak amacıyla CaCl_2 ilavesi (10g/100lt) yapılmış ve homojen bir dağılım sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. Daha sonra süte 90 dakika içerisinde kesim olgunluğuna gelmesini sağlayacak miktarda (25-40ml/100lt) ticari peynir mayası 10 misli sulandırılarak ilave edilmiştir (Şekil 3.1).

Kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peynir kesme bıçakları yardımıyla yaklaşık 1 cm³'lük parçalar halinde kesildikten sonra 30 dakika süre ile dinlendirilmiş ve ardından steril poşetler çekilerek peynir suyunun süzülmesi sağlanmıştır. İstenilen sertliğe ulaştıktan sonra baskı işlemine son verilen teleme yaklaşık 250-300 g olacak biçimde kesilerek ve önceden pastörize edilmiş % 12 ve 16'lık salamura içerisinde ambalajlanmıştır. Ambalajlanan peynirler, 4 ve 12 °C'de 90 gün süre ile olgunlaştırılmaya bırakılmıştır. Örnekler depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde analize alınmıştır. Peynir üretimi 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Deneysel Beyaz Peynir Üretim Prosedürü

3.2.3. Çiğ süt ve Peyniraltı Suyunda (PAS) Yapılan Analizler

pH Değeri

Çiğ süt ve PAS örneklerinde pH değeri birleşik elektrotlu pH metre (WTW Inolab pH 730 model) kullanılarak direkt olarak ölçülmüştür.

Titrasyon Asitliği Değeri

Belirli miktardaki çiğ süt ve PAS örneğinin titrasyon asitliği fenolftalein indikatörü varlığında N/4'lük NaOH çözeltisi ile titre edilerek laktik asit cinsinden tespit edilmiştir. Titrasyon sonucunda harcanan değere göre sonuç hesaplanmıştır.²¹⁸

Kurumadde Oranı

Önceden etüvde kurutulup, tartımı alınan kurutma kabı içerisine, 10 ml çiğ süt/PAS örneği tartılarak etüvde, 105 °C 'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve işlem sonunda % kurumadde miktarı hesaplanmıştır.²¹⁹

Yağ Oranı

Gerber süt bütirometresinin üzerine 10 ml H₂SO₄ (d=1.82 g/ml) konulup üzerine 11 ml çiğ süt ve PAS örneği eklenip 1 ml amil alkol ilave edilerek bütirometrenin ağzı lastik tıpayla kapatılıp 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra bütirometre skalasından % olarak yağ miktarı tespit edilmiştir.²²⁰

Protein Oranı

Protein oranları, yağ yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro-Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması yardımı ile bulunmuştur. Protein oranları, bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir.²²¹

Kül Tayini

İyice kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmış porselen kapsüllere çiğ süt ve peyniraltı suyu örneklerinden 3-5 g tartılarak kurutma dolabında suyu uçurulduktan sonra 550±10 °C'deki kül fırınında gri-beyaz renk alıncaya kadar yakılmış, soğutulduktan sonra tartım yapılarak % kül oranı belirlenmiştir.²²²

3.2.4. Peynir Numunelerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

pH Değeri

10 g beyaz peynir ile 100 ml saf su karıştırılarak stomacher (Masticator, Neutec Group Inc., Farmingdale, NY) ile homojenize edilmiştir. Homojenize karışımın pH değeri birleşik elektrotlu pH metre (WTW Inolab, Almanya) kullanılarak direkt olarak ölçülmüştür.

% Asitlik tayini

Peynir örneklerinin asitliği % laktik asit cinsinden belirlenmiştir. Bir erlene ufalanmış 10 g peynir numunesi üzerine 40 °C'deki distile sudan 105 ml ilave edilmiştir. Elde edilen peynir-su karışımı süzgeç kağıdından süzülerek süzüntüden 25 ml alınmıştır. Süzüntüye 2-3 damla %1'lik 1 ml fenolfitalein damlatıldıktan sonra sabit pembe renk oluşuncaya dek 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan 0.1 N NaOH miktarından aşağıdaki formüle göre % asitlik belirlenmiştir.⁵⁶

$$\% \text{ Asitlik} = \frac{H \times 0.009}{P} \times 100$$

H: Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH çözeltisi (ml)

P: Titrasyonda harcanan peynir miktarı (g)

Kurumadde tayini

Daha önce etüvde kurutulmuş ve darası alınmış kurutma kaplarına yaklaşık 5 g peynir örneği tartılarak etüve yerleştirilmiş ve 105 °C'de sabit tartım elde edilinceye kadar kurutulmuştur. Elde edilen değerlerden % kurumadde miktarı hesaplanmıştır.²²⁴

Yağ tayini

Peynir örneklerinin yağ miktarı (%) Gerber metoduyla belirlenmiştir. Bütirometre beherciklerine 10 ml sülfürik asit (H₂SO₄, d= 1.816), 3 g ezilmiş peynir numunesi ilave edilerek bir beher içerisinde 60-70 °C'deki su banyosunda yaklaşık 20

dakika bekletildi. Ara sıra çalkalanarak peynirin tamamen erimesi sağlanmıştır. Süre sonunda bütirometreye 1 ml amilalkol ilave edilip 35 çizgisine kadar sülfürik asitle doldurulmuştur. Daha sonra bütirometreler santrifüje yerleştirilmiş ve 10 dk. süreyle santrifüj (1100 devir/dakika) edilmiştir. Bütirometreler santrifüjden çıkarılıp yüzde yağ miktarı belirlenmiştir.⁵⁶

Protein tayini

Peynir örneklerinin azot miktarı (%) mikrokjeldahl yöntemiyle bulunmuştur. 2-3 g peynir numunesi mikrokjeldahl tüplerine konulmuş ve üzerine 15 ml kesif sülfürik asit ve 1 adet kjeldahl tablet eklenmiştir. Tüpler yakma ünitesine bağlanmış ve su trompu açılmıştır. Yakma yaklaşık 2 saat sürmüştür. Bu süre sonunda cihaz kapatılmış ve soğuması beklenmiştir. Soğuduktan sonra tüplerin üzerine 50 ml saf su eklenip tüpler cihazın destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Cihazı manuel olarak ayarlayıp renk dönüşümü görülünceye dek doymuş NaOH çözeltisini pompayla çekip tüplerin içerisine dağıtımı yapılmıştır. Destilasyon düzeneğinin diğer ucuna % 4'lük borik asit çözeltisinden 50 ml ve indikatör olarak % 0.1'lik metil kırmızısı ve % 0.1'lik metil mavisi çözeltisi karışımından 1-2 damla damlatılmış ve destilasyon 6 dakika sürecek şekilde cihaz ayarlanmıştır. Bu süre sonunda erlen içerisinde toplanan distilat 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Bulunan değer aşağıdaki formülde yerine konularak % protein hesaplanmıştır.²²²

$$\% \text{ Protein} = [(0.14 \times (V1-V2)) / m] \times 6.38$$

V1 = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi (ml)

V2 = Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi (ml)

m = Alınan örneğin ağırlığı (g)

Tuz Tayini

Beyaz peynir örneğinden 5 g alınarak porselen havanda sıcak saf su yardımıyla iyice ezildikten sonra 500 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Aynı işlem birkaç kez tekrarlandıktan sonra balon hacmine tamamlanarak filtre edilmiştir. Filtrattan 25 ml (0.25 g peynir) alınarak potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü damlatılmış ve 0.1 N gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisiyle kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi miktarından % tuz miktarı hesaplanmıştır.²²²

Kül Tayini

İyice kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmış porselen kapsüllere peynir örneklerinden 3-5 g tartılarak kurutma dolabında suyu uçurulduktan sonra 550 ± 10 °C'deki kül fırınında gri-beyaz renk alıncaya kadar yakılmış, soğutulduktan sonra tartım yapılarak % kül oranı belirlenmiştir.²²²

Randıman Hesabı

Beyaz peynirlerde randıman, ham peynir ağırlığı süt ağırlığına oranlanarak % verim olarak belirlenmiştir.²²³

3.2.5. Mikrobiyolojik Analizler

Peynir örnekleri aseptik şartlar altında 10'ar g olarak alınmış ve 90 ml ¼'lik steril ringerli su (Merck 15525, Darmstadt - Germany) ilave edilmiştir. Daha sonrasında 2 dk. karıştırıcıda (Masticator, Neutec Group Inc., Farmingdale, NY) homojenize edildikten sonra desimal dilüsyonları yapıp plaklara yayma plak yöntemi ile çift seri ekim yapılmıştır. Mikroorganizma sayıları $\log_{10}$ kob/g olarak ifade edilmiştir.²²⁴

Toplam Aerob Mezofil Bakteri Sayımı

Toplam Aerob Mezofil Bakteri sayımı için örnekler Plate Count agar (PCA) agara (Merck, E. Merck, Darmstadt, Germany) plak dökme tekniğiyle ekimi yapılmış, 32 °C’de 48-72 saat inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.²²⁵

Koliform Sayımı

Koliform analizi için örnekler (sadece çiğ süt) VRB agara (Merck, Darmstadt, Germany) yüzey yayma tekniğiyle ekimi yapıp, 32 °C’de 24 saat inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.²²⁵

***Lactobacillus* spp. Sayımı**

Mezofil *Lactobacillus* spp. sayımı için örnekler MRS agara (Merck, Darmstadt, Germany) yüzey yayma tekniğiyle ekimi yapıp, 32±1 °C’de 3-5 gün anaerobik olarak inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.⁶²

***Lactococcus* spp. Sayımı**

Mezofil *Lactococcus* spp. sayımı için örnekler M17 agara (Merck, Darmstadt, Germany) yüzey yayma tekniğiyle ekimi yapıp, 30±1 °C’de 24-48 saat inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.²²⁶

Maya-Küf Sayımı

Maya-Küf sayımı için örnekler Rose Bengal Chloramphenicol agara (Merck, Darmstadt, Germany) yüzey yayma tekniğiyle ekimi yapıp, 25 °C’de 5 gün inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.²²⁷

***Staphylococcus* spp. Sayımı**

Staphylococcus spp. sayımı için örnekler Baird-Parker agara (Merck, Darmstadt, Germany) yüzey yayma tekniğiyle ekimi yapılmış, 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiş ve sayımı yapılmıştır.²²⁸

3.2.6. Serolojik analizler

Stafilokokal enterotoksin (SE) tespiti

Beyaz peynirde SE tespiti için 10 g peynir numunesi 20 ml saf su ile birleştirilerek homojenize edilmiş sonrasında 10 M HCl ile pH’sı 4’e ayarlanmıştır. pH’sı ayarlanmış örnekler 2000 g’de 10 dk boyunca santrifüj edilmiş, süpernatant kısmı önceden hazırlanmış bir şırıngayla süzülerek elde edilen süzüntünün pH’sı 7-8’e ayarlanmıştır. Son olarak 1 ml süzüntüye 50 µl Sample Additive (3M™, ABD) katılarak örnekler toksin tespitine hazır hale getirilmiştir. Sample Additive katılmış süzüntüde SE varlığı Staph Enterotoxins Visual Immunoassay (SETVIA96, 3M™ Tecra™, ABD) test kiti ile belirlenmiştir.

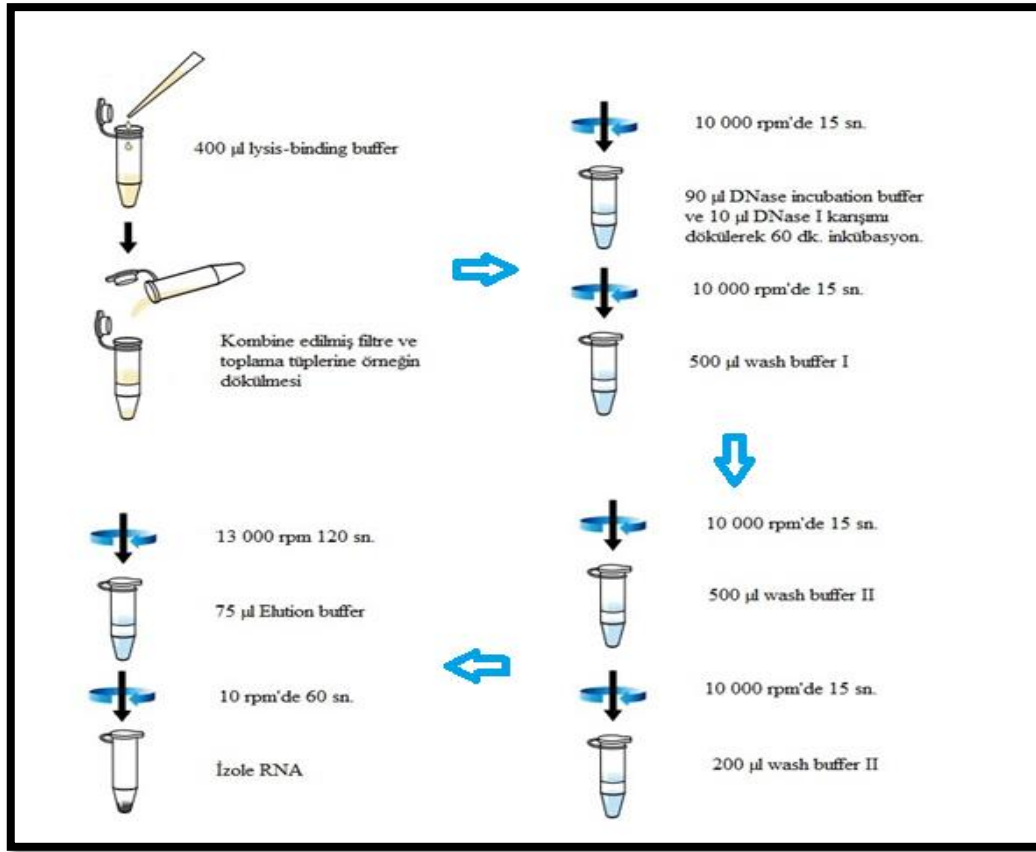
3.2.7. Moleküler analizler

Peynir örneklerinden mRNA’nın izolasyonu

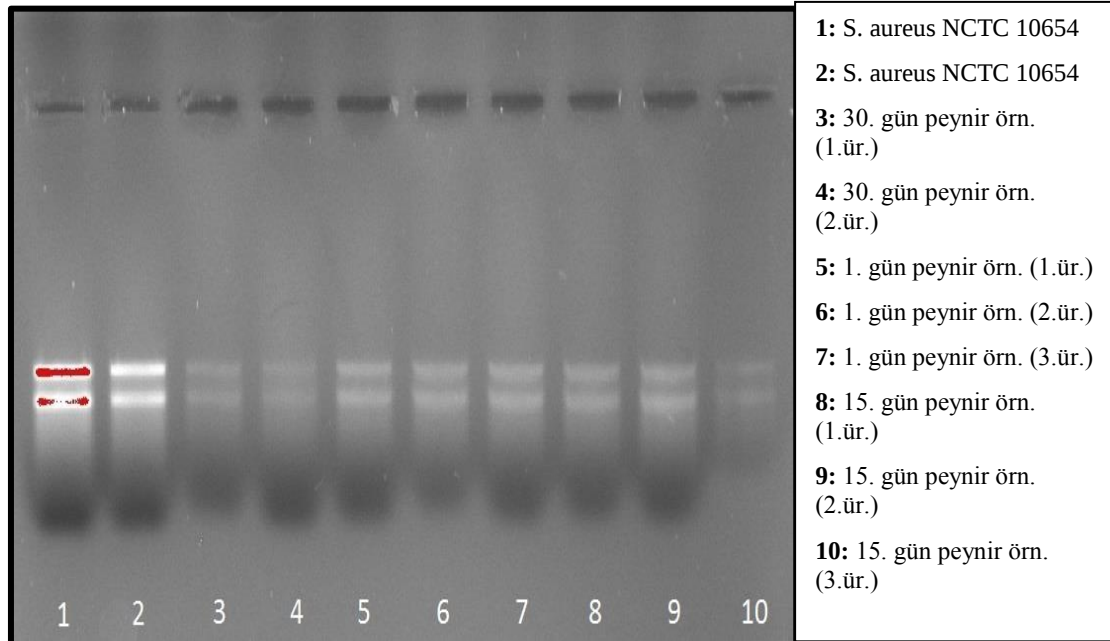
Beyaz peynir örneklerinde gerçekleştirilen mRNA izolasyonu kullanılan kit’in hücre duyarlılığından ötürü 30. güne kadar yürütülmüştür. Peynir örneklerinden mRNA’nın izolasyonu için 10 g peynir numunesine % 2’lik sodyum sitrat çözeltisinden (Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany) 90 ml ilave edildi. Daha sonrasında 2 dk karıştırıcıda (Masticator, Neutec Group Inc., Farmingdale, NY) homojenize edildi. Karışım önce 300 x g’de 15 dk santrifüj edilerek (P-Selecta centrifuge; JP Selecta, Barcelona, Spain) üstte kalan yağ ve dipte çöken peynir partikülleri uzaklaştırıldı. Daha

sonra elde edilen süpernatant 4500 x g'de 15 dk santrifüj edildi ve pellet bir sonraki aşama olan RNA'nın izolasyonu için kullanıldı.⁹

Santrifüj ile elde edilen pellet 200 µl Tris (10 mM, pH 8.0) içerisinde sulandırıldı. Ardından 10 µl Lysozyme (Roche, Mannheim, Almanya) ve 50 µl Lysostaphin (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) eklenerek 37 °C'de 10 dk boyunca inkübe edildi. 400 µl lysis-binding buffer eklenip iyice karıştırıldıktan sonra kombine edilmiş High Pure filtre ve toplama tüpünün üzerinden karışım pipetlenmiştir. Daha sonrasında 15 sn boyunca 10 000 rpm hızında santrifüj edilerek toplama tüpündeki sıvı atılmış filtre tekrar kombine edilmiştir. DNA kalıntılarını inhibe etmek üzere 90 µl DNase incubation buffer ve 10 µl DNase I'den oluşan karışım filtreli tüpe eklenerek 60 dakika boyunca 15-25 °C'de inkübe edilmiştir. DNA'sı uzaklaştırılmış örneklerden High Pure RNA Isolation Kit (Roche, Mannheim, Almanya) ile üreticinin talimatlarına göre mRNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Sentezlenen RNA % 1 agaroz jelde yürütülerek kalitesi değerlendirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. RNA İzolasyon Protokolü



Şekil 3.3. % 1 Agaroze Jelde İzole RNA'ların Yürütülmesi

İzole edilen mRNA'ların konsantrasyonu ve saflığı 260/280 nm dalga boyunda Nanodrop 1000 (Thermo, Wilmington, ABD) kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. İzole mRNA'ların 260/280 nm oranı ortalama 1.8 ve 2.0 arasında değişmiştir. mRNA örnekleri cDNA sentezinde kullanılıncaya dek -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

cDNA sentezi

cDNA sentezi iki aşamada yürütülmüştür. İlk reaksiyonda 10.4 µl RNA ve ddH₂O karışımına 1 µl Anchored-oligo(dT)18 Primer (Roche, Mannheim, Almanya) ilave edilerek toplam hacim 11.4 µl olarak belirlenmiştir. Homojenize edilen örnekler 65 °C'de 10 dk inkübe (Eppendorf, Hauppauge, ABD) edilmiştir. Kar ile soğutulan örneklerle ikinci reaksiyonda 4 µl Transcriptor RT Reaction Buffer (Roche), 0.5 µl Protector RNase Inhibitor (Roche), 2 µl Deoxynucleotide Mix (Roche), 0.5 µl Transcriptor Reverse Transcriptase (Roche) ilave edilerek 55 °C'de 30 dk'lık inkübasyonu takiben enzim inaktivasyonu için 85 °C'de 5 dk inkübe edilmiştir. Elde edilen cDNA, RT-PCR aşamasına gelinceye dek -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Real Time PCR uygulaması

RT-PCR reaksiyonları Lightcycler Nano (Roche) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SEA, nuc ve FemB amplifikasyonu için 5 µl cDNA, 12.5 µL RT² SYBR Green qPCR Master Mix (Qiagen Inc, Valencia, CA), her primerden 2 µl (8.0 pmol µl⁻¹) ve 5.5 µl RNase içermeyen su karışımı hazırlanmıştır. PCR için Metabion (Planegg/Steinkirchen, Almanya) firmasından sağlanan primerler Tablo 3.3'te verilmiştir. Lightcycler Nano amplifikasyon protokolü 95 °C'de 3 dk'lık ön denatürasyonu takiben 94 °C'de 15 sn denatürasyon, 57 °C'de 30 sn bağlanma, 72 °C'de 35 sn uzatma 40 siklus olacak biçimde uygulanmıştır. Florasan ölçümler her

bağlanma aşamasında kaydedilmiştir. Aynı zamanda PCR ürünlerinden elde edilen ışımların güvenilirliğini belirlemek üzere ilave olarak 60 °C’de 30 sn ve 95 °C’de 10 sn melting curve aşaması eklenmiştir.

Tablo 3.1. Nuc, FemB ve SEA cDNA'larının Tespitinde Kullanılan Primerlerin Karakteristikleri

Hedef gen	Sekans (5’-3’)	Amplikon uzunluğu (bp)	Gen fonksiyonu	Referans
nucF	AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC	279	Endonükleaz aktivitesi	Maes ve ark. ²²⁹
nucR	GCGATTGATGGTGATACGGTT			
FemBF	TTAACGAAATGGGCAGAAACA	651	Transferaz aktivitesi	Bu çalışmada
FemBR	TGCGCAACACCCTGAAC			
SEBF	CCAAATAGTGACGAGTTAGG	164	Enterotoksin B üretimi	Mehrotra ve ark. ²³⁰
SEBR	GTATGGTGGTGTAAGTACGAGC			

3.2.8. İstatiksel Analizler

Araştırma peynir örneklerinde deneme 2 (farklı salamura konsantrasyonu) x 2 (farklı olgunlaşma sıcaklığı) x 5 (olgunlaşma süresi) olmak üzere faktöriyel düzenlemede “Tam Şansa Bağlı Deneme planına” göre yürütülmüştür. Bu çalışmada elde edilen tüm verilere varyans analizi uygulanmıştır. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile test edilmiştir. Analiz öncesi, mikrobiyolojik verilere logaritmik transformasyon uygulanmıştır. Ayrıca analizlerin değerlendirilmesinde standart sapmalar da göz önüne alınmıştır. SPSS Software ve

InfoStat/E programında analiz sonuçlarının istatistiksel olarak $p<0.05$ ve $p<0.01$ düzeyinde önem seviyeleri değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, peynir üretiminde kullanılan çiğ süt ve peynir altı suyu (PAS)'nın, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, üretilen ve farklı koşullarda (sıcaklık ve salamura konsantrasyonu) depo edilen beyaz peynirlerde 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, serolojik ve moleküler özellikler incelenmiştir.

Denemelerde hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin fizikokimyasal kalitesine ait minimum ve maksimum değerler ve ortalamalar standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Fizikokimyasal Kalitesi

Özellik	Minimum	Maksimum	Ort±SS
pH	6.59	6.75	6.67±0.08
Asitlik (% LA)	0.18	0.20	0.19±0.01
Yağ (%)	3.55	3.75	3.63±0.10
Protein (%)	3.31	3.34	3.30±0.05
Kurumadde (%)	12.52	12.84	12.72±0.18

Denemelerde hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin mikrobiyolojik kalitesi Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Peynir Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Mikrobiyolojik Kalitesi

Mikroorganizma	log₁₀ kob/ml±SS
Toplam Aerob Mezofil Bak. (TAMB)	4.77±0.41
Toplam Koliform Bak. (TKB)	4.42±0.43
Toplam Maya-küf (TMKS)	2.68±0.43
Toplam Stafilokok (TSB)	2.42±0.47
Toplam Laktokok (TLS)	2.42±0.19
Toplam Laktobasil (TLAB)	2.74±0.24

Beyaz peynir numunelerinin üretiminden elde edilen peyniraltı sularının fizikokimyasal bileşimi Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Beyaz Peynirlerin Üretiminden Elde Edilen Peyniraltı Sularının Bazı Fizikokimyasal Özellikleri (Ort±SS)

Özellik	Ort±SS
pH	5.91±0.07
Titrasyon asitliği (% La)	9.12±0.09
Kurumadde (%)	7.15±0.12
Yağ (%)	0.33±0.09
Protein (%)	0.32±0.04
Kül (%)	0.39±0.01

Deneme Beyaz peynirlerin ortalama randımanı ise % 15.48±0.23 olarak belirlenmiştir.

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin pH içeriklerinde belirlenen değişimler Tablo 4.4'te, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.5'te, 4 °C'de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki pH değişimlerine ait grafik Şekil 4.1'de, 12 °C'de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki pH değişimlerine ait grafik Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince pH Değerindeki Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	5.01±0.06aA	5.15±0.04aB	4.82±0.03aC	5.00±0.04aA	30.17**	12
15. gün	4.90±0.07abA	5.01±0.08abA	4.74±0.04bB	4.87±0.03abAB	11.98**	12
30. gün	4.84±0.05aA	4.98±0.06bA	4.64±0.03cB	4.82±0.09bA	16.01**	12
60. gün	4.79±0.04bA	4.91±0.03bB	4.59±0.02cC	4.72±0.06bA	33.95**	12
90. gün	4.77±0.03bA	4.86±0.06bA	4.56±0.04cB	4.74±0.07bA	17.69**	12
F değeri	11.12**	11.97**	35.77**	10.55**		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D:Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

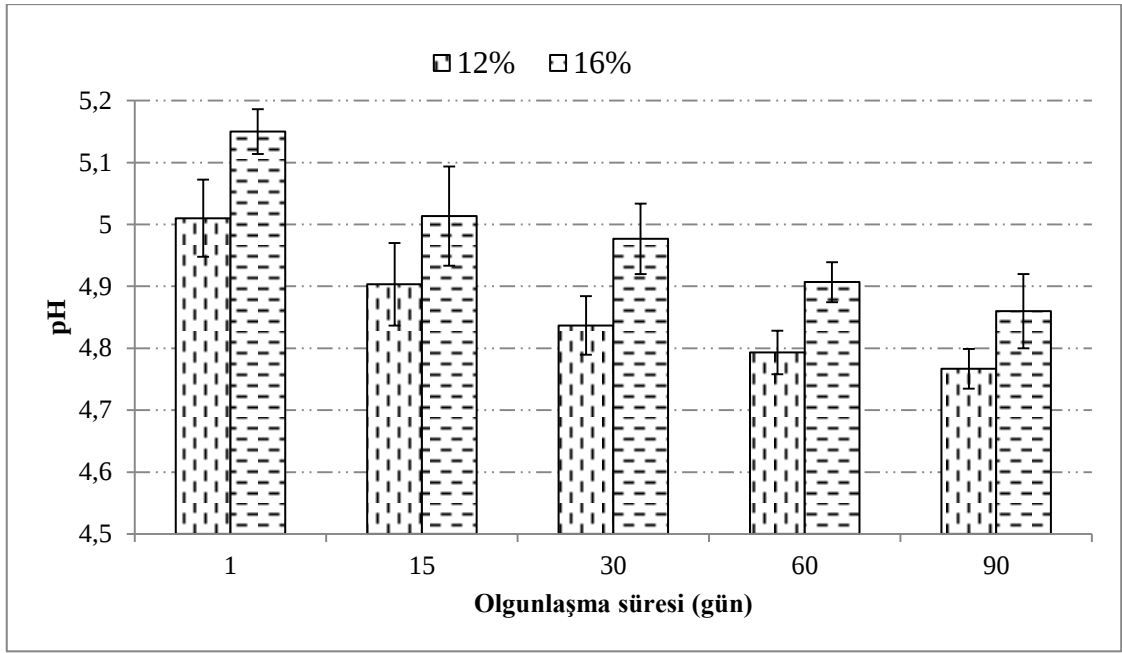
Tablo 4.4'te görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin pH değerleri olgunlaşmanın 60. gününe kadar azalma göstermiş, 90. güne doğru ise sabit veya artmış olarak görülmektedir. En düşük pH değeri olgunlaşmanın sonunda olduğu görülmüştür. Beyaz peynir örneklerinde en düşük pH değeri (4.56) olgunlaşmanın 90. günü, en yüksek pH değeri ise olgunlaştırmanın 1. günü (5.15) tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

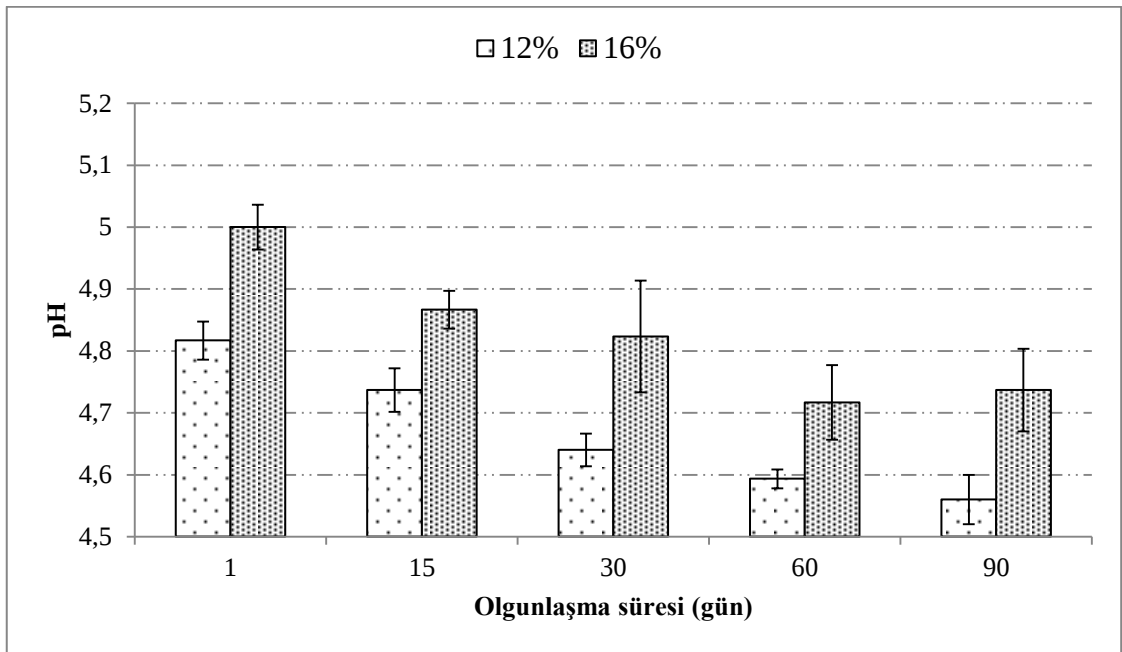
VK	SD	KO	F Değeri
Sıcaklık	1	0.551	158.195**
Salamura Konsantrasyonu	1	0.498	143.011**
Olgunlaşma Süresi	4	0.331	95.129**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.000	0.069ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.004	1.129ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.007	1.985ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.004	1.272ns
Hata	40	0.003	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.5'te izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin pH değeri üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki pH Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.2. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki pH Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki pH değişimi 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Aynı şekillere göre % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin pH değeri % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha yüksek görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde belirlenen değişimler Tablo 4.6’da, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.7’de, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki titrasyon asitliği değişimlerine ait grafik Şekil 4.3’te, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki titrasyon asitliği değişimlerine ait grafik Şekil 4.4’te sunulmuştur.

Tablo 4.6. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Titrasyon Asitliği Değerindeki Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	0.86±0.05aAC	0.55±0.17aB	1.02±0.07aC	0.72±0.07aAB	13.17*	12
15. gün	1.02±0.07abA	0.63±0.13abB	1.21±0.09bC	0.85±0.04bD	24.42*	12
30. gün	1.14±0.06bcA	0.78±0.10bcB	1.34±0.03cC	0.97±0.11bcD	23.97*	12
60. gün	1.27±0.08cdA	0.93±0.03cB	1.44±0.04cA	1.09±0.04cdB	11.65*	12
90. gün	1.35±0.06dA	0.97±0.05cB	1.31±0.15bcA	1.13±0.06dB	11.71*	12
F değeri	30.63**	9.12*	9.91*	18.08*		
n	15	15	15	15		
*p<0.05	**p<0.01					

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

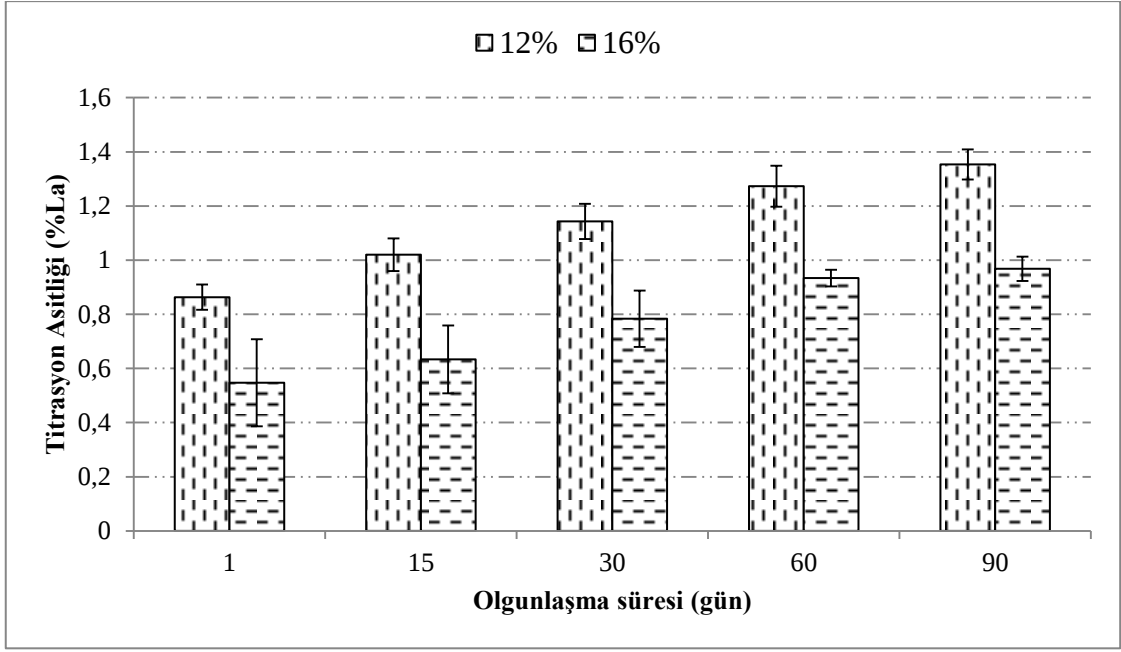
Tablo 4.6’da görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 60. gününe kadar artış göstermiş, 90. güne doğru ise sabit veya azalmış olarak görülmektedir. En yüksek titrasyon asitliği değeri olgunlaşmanın sonunda olduğu görülmüştür. Beyaz peynir örneklerinde en düşük titrasyon asitliği değeri (0.55) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek titrasyon asitliği değeri ise olgunlaştırmanın 60. günü (1.44) tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Titrasyon Asitliği Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

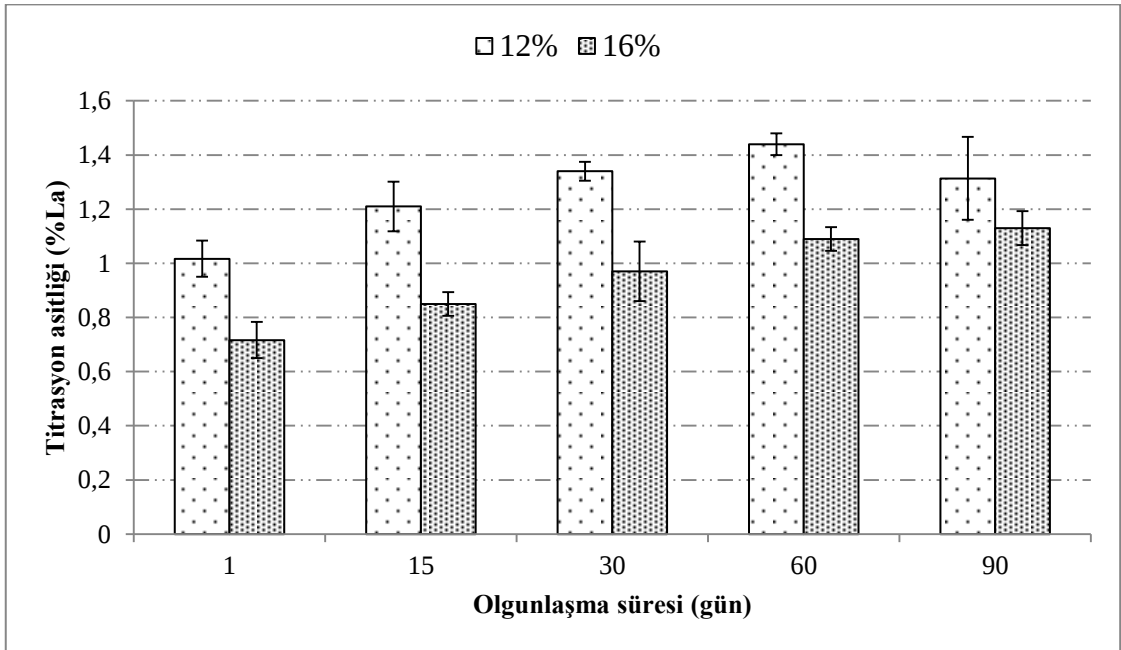
VK	SD	KO	F Değeri
Sıcaklık	1	0.365	158.345**
Salamura Konsantrasyonu	1	1.686	658.120**
Olgunlaşma Süresi	4	0.362	129.859**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.008	1.072ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.009	3.619ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.004	0.833ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.006	2.452ns
Hata	40	0.007	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.7’de izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değeri üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresi’nin çok önemli ($p<0.01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Asitlik Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.4. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Asitlik Değişimleri(Ort±SS)

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’te görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki titrasyon asitliği değeri 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük

gerçekleşmiştir. Aynı şekillere göre % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değeri % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha yüksek görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranlarında belirlenen değişimler Tablo 4.8’de, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.9’da, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranlarındaki değişimlere ait grafik Şekil 4.5’te, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranlarındaki değişimlere ait grafik Şekil 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.8. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kurumadde Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	34.11±0.72aA	36.53±1.08aB	37.39±0.14aBC	38.45±0.32aC	22.83**	12
15. gün	36.01±0.16bA	38.50±0.36bB	38.29±0.85aB	40.00±0.22bC	35.23**	12
30. gün	37.26±0.21cA	39.13±0.38bBC	38.39±1.45aAB	40.07±0.30bC	7.10*	12
60. gün	38.59±0.40dA	39.50±0.89bcA	38.99±1.20aA	42.33±0.15cB	14.31**	12
90. gün	39.49±0.13dA	40.77±0.78cB	41.98±0.34bBC	42.10±0.24cC	22.59**	12
F değeri	88.51**	12.87*	10.54*	123.66**		
n	15	15	15	15		

* $p<0.05$

** $p<0.01$

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

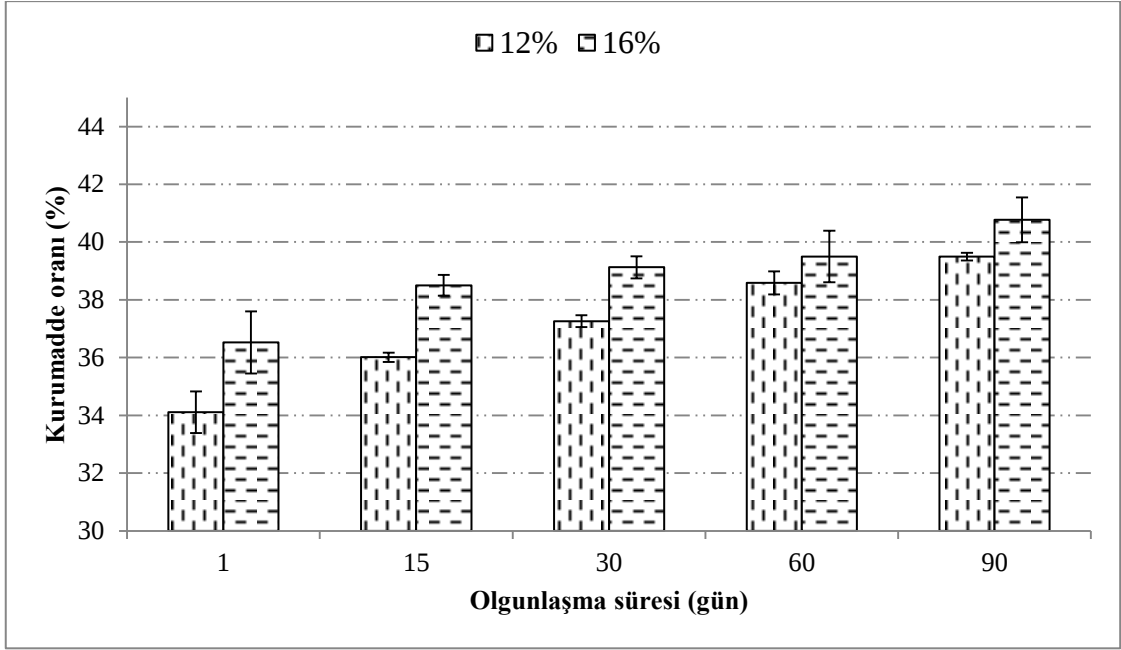
Tablo 4.8’de görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranları (%) olgunlaşma periyodu boyunca genel olarak dalgalı bir artış göstermiş ve en yüksek kurumadde oranı (%) olgunlaşmanın sonunda görülmüştür. Beyaz peynir örneklerinde en düşük kurumadde değeri (% 34.11) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek kurumadde değeri ise olgunlaştırmanın 60. günü (% 42.33) tespit edilmiştir.

Tablo 4.9. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kurumadde Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları

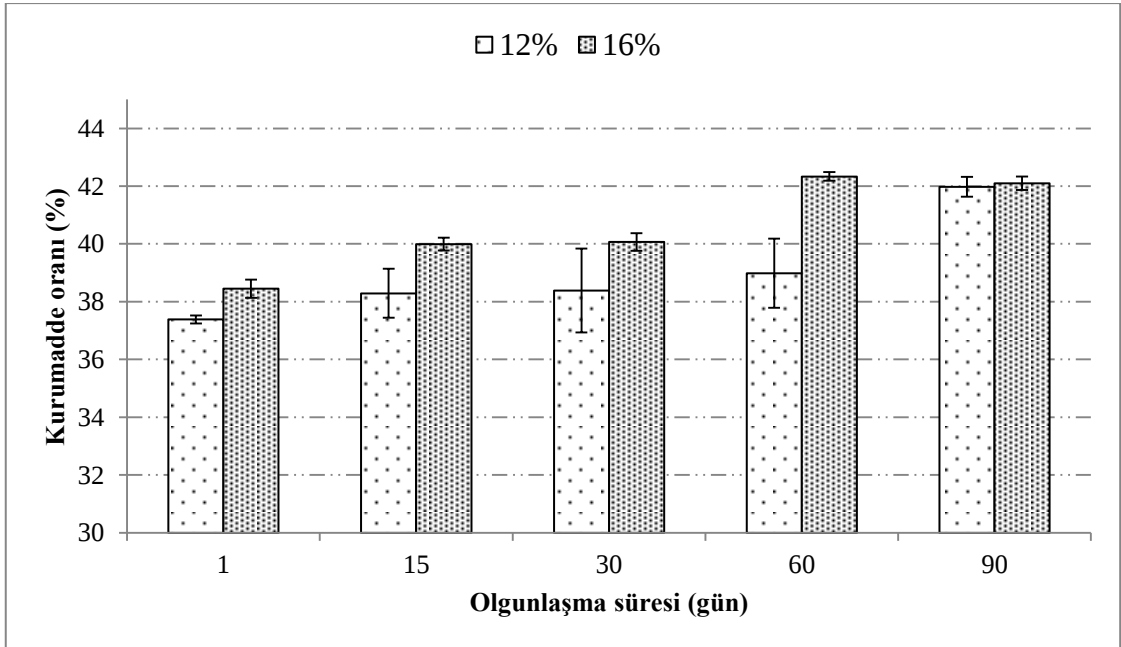
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	92.331	118.286**
Salamura Konsantrasyonu	1	50.492	102.769**
Olgunlaşma Süresi	4	55.592	113.149**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.005	0.010ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.692	1.409ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	1.379	2.808ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	4.411	8.979**
Hata	40	0.41	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.9’da izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranı üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu, Olgunlaşma Süresi ve Sıcaklık x Salamura Konsantrasyonu x Olgunlaşma Süresi interaksiyonunun çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.5. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kurumadde Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.6. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kurumadde Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük gerçeklemiştir. Aynı şekillere göre % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranı % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin yağ oranlarında belirlenen değişimler Tablo 4.10’da, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.11’de, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki yağ oranlarına ait grafik Şekil 4.7’de, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki yağ oranlarına ait grafik Şekil 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.10. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Yağ Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	18.00±1.73	18.17±2.08	17.50±1.80	19.17±3.01	0.30	12
15. gün	17.83±1.89	18.00±1.80	17.33±2.02	18.00±2.65	0.36	12
30. gün	18.17±1.89	18.33±1.76	19.17±2.31	18.67±0.29	0.19	12
60. gün	18.33±2.02	18.50±1.73	19.83±2.02	17.67±3.33	0.44	12
90. gün	17.67±1.76A	19.00±0.50AB	19.00±0.50AB	20.83±1.53B	3.43*	
F değeri	0.06	0.16	1.06	0.78		
n	15	15	15	15		

* $p<0.05$

** $p<0.01$

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

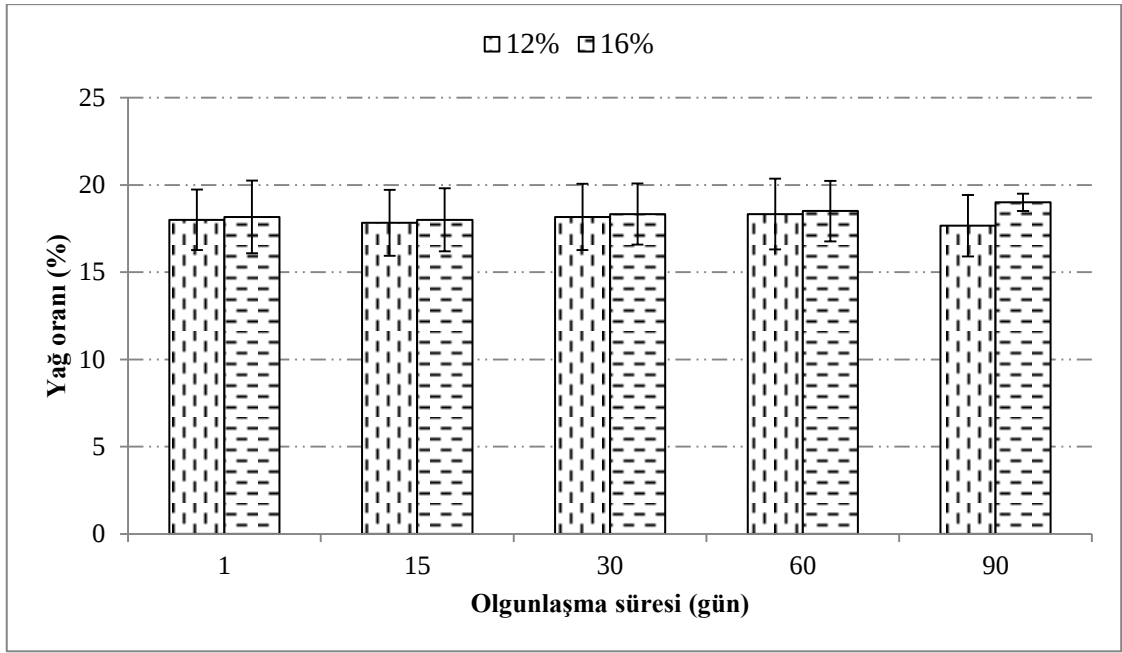
Tablo 4.10’da görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin yağ oranları (%) dalgalı değişiklikler göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük yağ oranı (% 17.33) olgunlaşmanın 15. günü, en yüksek yağ oranı ise olgunlaşmanın 90. günü (% 20.83) tespit edilmiştir.

Tablo 4.11. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Yağ Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları

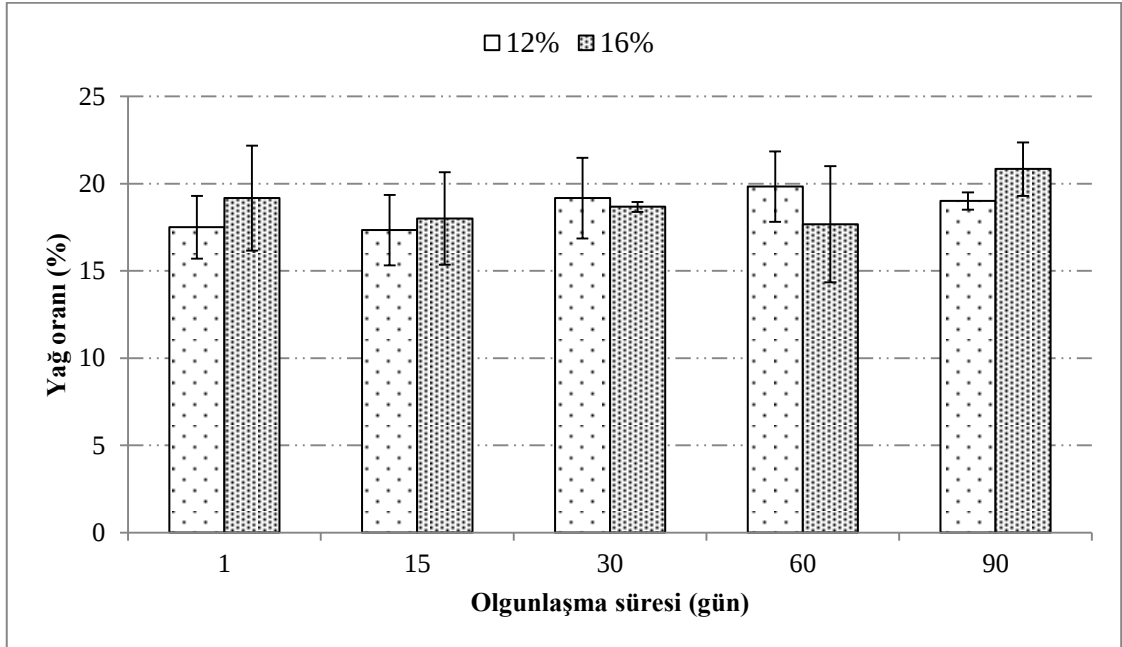
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	4.004	1.029ns
Salamura Konsantrasyonu	1	1.838	0.472ns
Olgunlaşma Süresi	4	2.948	0.757ns
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.038	0.010ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	1.390	0.357ns
Salamura K. X Olgunlaşma Süresi	4	2.952	0.759ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	1.610	0.414ns
Hata	40	3.892	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.20’de izlenebileceği gibi uygulanan Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu, ve Olgunlaşma Süresinin beyaz peynir örneklerindeki yağ oranı üzerinde etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (p>0.01).



Şekil 4.7. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Yağ Oranı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.8. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Yağ Oranı Değişimleri (Ort±SS)

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin protein oranlarında belirlenen değişimler Tablo 4.12’de, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.13’te, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin protein oranlarındaki değişimlerine ait grafik Şekil 4.9’da, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin protein oranlarındaki değişimlerine ait grafik Şekil 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.12. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Protein Oranlarındaki (%) Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	10.79±0.08aA	11.13±0.10aA	11.73±0.36aB	12.85±0.15aC	58.69**	12
15. gün	11.35±0.35bA	12.19±0.52bAB	12.38±0.81aB	13.56±0.10bC	9.43*	12
30. gün	11.46±0.43bcA	12.69±0.19cB	13.48±0.34bC	13.69±0.33bcC	27.52*	12
60. gün	11.90±0.04cA	12.87±0.15cB	13.63±0.04bC	14.03±0.17cdD	187.92**	12
90. gün	11.89±0.06cA	13.00±0.02cB	13.92±0.09bC	14.14±0.11dD	550.19**	12
F değeri	9.98*	25.10*	14.22*	21.47*		
n	15	15	15	15		

*p<0.05 **p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

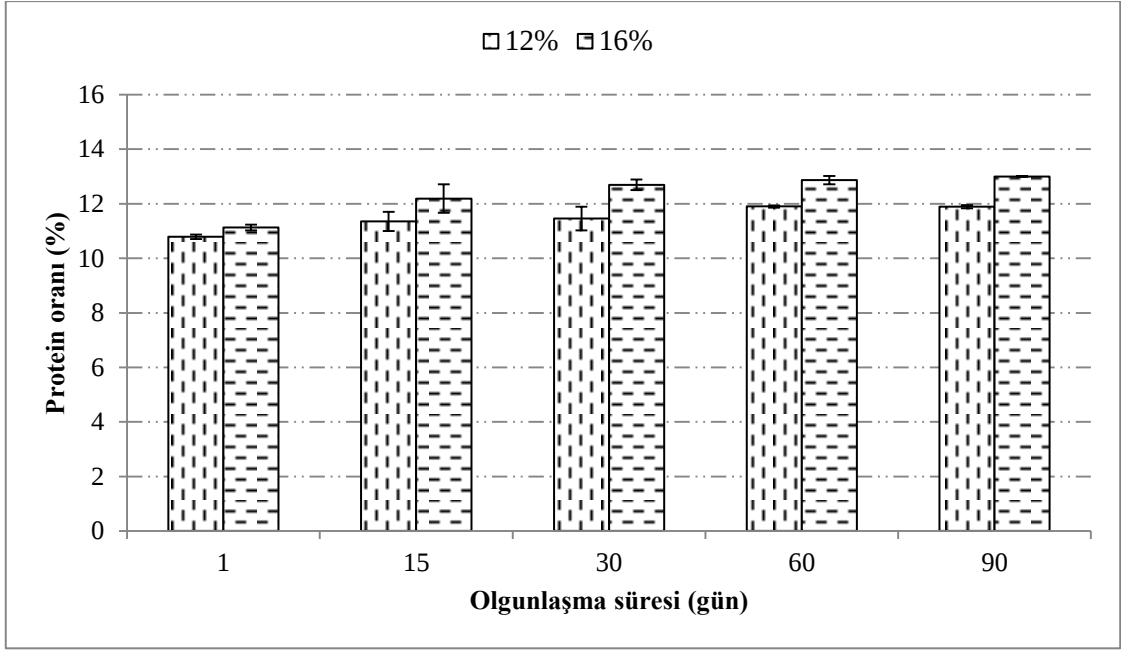
Tablo 4.12’de görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin protein oranlarında (%) 30. güne kadar artış göstermiş ve bu fark çok önemli bulunmuştur (p<0.01). 60 ve 90. günlerde ise artmış olarak görülsede bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Beyaz peynir örneklerinde en düşük protein oranı (% 10.79) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek protein oranı ise olgunlaşmanın 90. günü (% 14.14) tespit edilmiştir.

Tablo 4.13. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Protein Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları

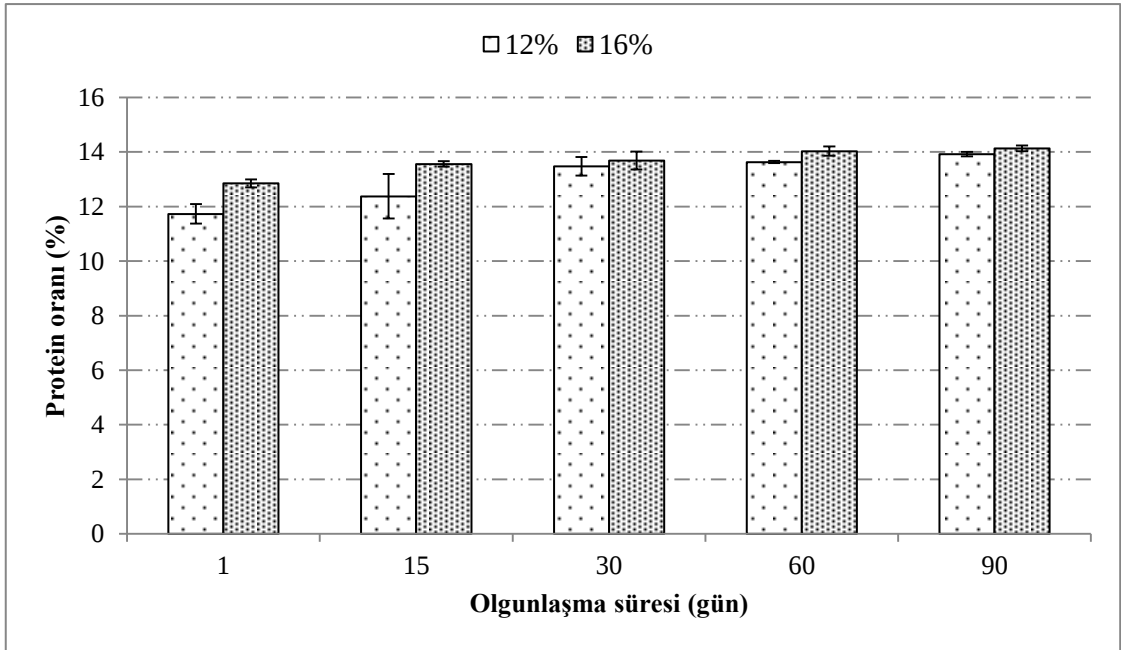
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	30.045	341.393**
Salamura Konsantrasyonu	1	8.733	99.226**
Olgunlaşma Süresi	4	5.136	58.356**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.284	3.224ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.069	0.782ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.061	0.695ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.473	5.376**
Hata	40	0.088	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.13'te izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin protein oranı üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma günlerinin yanı sıra Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi interaksiyonun çok önemli ($p < 0.01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.9. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Protein Oranı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.10. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Protein Oranı Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki protein oranı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük gerçekleşmiştir. Aynı şekillere göre % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin protein oranı % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin tuz oranlarında belirlenen değişimler Tablo 4.29’da, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki % tuz oranı değişimleri Şekil 4.11’de ve 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki % tuz oranı değişimleri Şekil 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.14. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince % Tuz Oranındaki Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	2.51±0.12aA	2.61±0.25aA	2.84±0.05aA	4.05±0.23aB	58.69**	12
15. gün	2.61±0.11aA	3.77±0.13bB	3.87±0.13bB	4.66±0.12bC	9.43*	12
30. gün	3.08±0.16bA	3.91±0.04bcB	3.89±0.05bB	4.83±0.25bC	27.52*	12
60. gün	3.04±0.09bA	4.15±0.04cdB	3.77±0.07bC	4.58±0.29bD	187.92**	12
90. gün	3.29±0.06cA	4.32±0.26dB	4.16±0.05cB	4.85±0.08bC	550.19**	12
F değeri	25.51*	46.35*	133.47**	7.25*		
n	15	15	15	15		

* $p<0.05$

** $p<0.01$

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

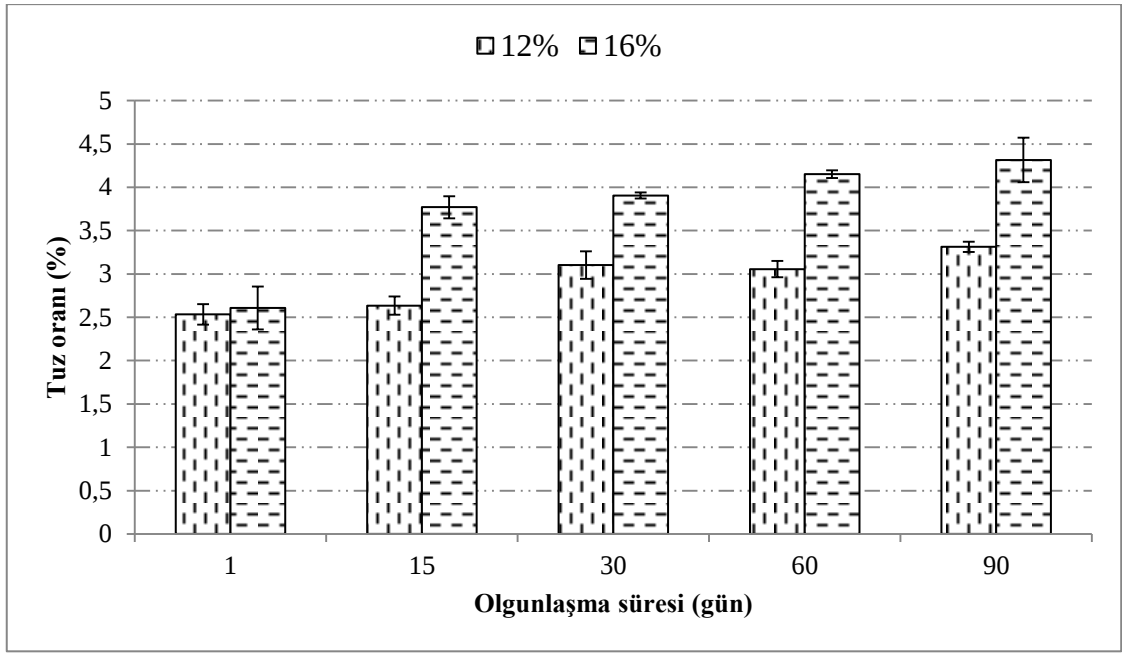
Tablo 4.14'te görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin tuz oranlarını (%) 30. güne kadar artmış ve bugünden sonra sabit veya azalarak seyretmiştir. 60. günden sonra ise hafif bir artış göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük tuz oranı (% 2.51) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek tuz oranı ise olgunlaşmanın 90. günü (% 4.85) tespit edilmiştir.

Tablo 4.15. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Tuz Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları

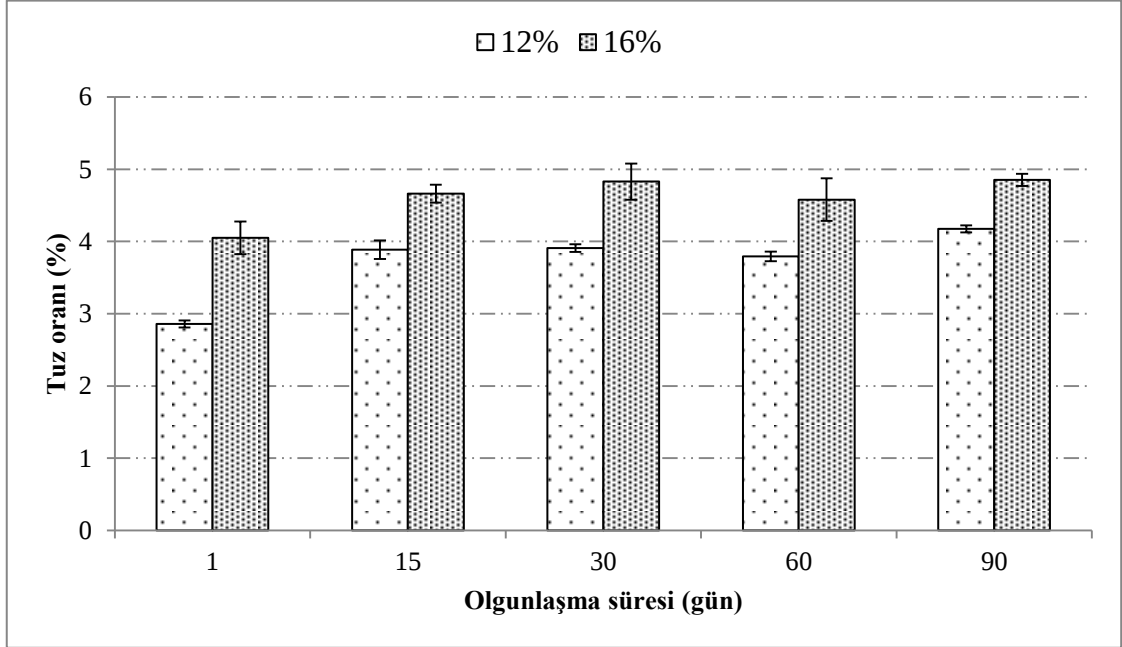
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	10.102	438.226**
Salamura Konsantrasyonu	1	10.741	465.919**
Olgunlaşma Süresi	4	2.316	100.478**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.009	0.377ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.105	4.549**
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.050	2.170ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.297	12.902**
Hata	40	0.023	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.15'te izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin tuz oranı üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin yanısıra, Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi ve Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi arasındaki interaksiyonların çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.11. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Tuz Oranı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.12. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Tuz Oranı Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki tuz oranı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük gerçeklemiştir. Aynı şekillere göre % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin tuz oranı % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin kül oranlarında belirlenen değişimler Tablo 4.16’da, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.17’de, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki % kül oranı değişimlerine ait grafik Şekil 4.13, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki % kül oranı değişimlerine ait grafik Şekil 4.14’te sunulmuştur.

Tablo 4.16. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince % Kül Oranındaki Değişimler (Ort±SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	3.17±0.02aA	3.90±0.18aB	4.21±0.06aC	4.52±0.07aD	98.62**	12
15. gün	3.61±0.04bA	4.17±0.31aB	4.27±0.09aB	4.79±0.08bC	24.38**	12
30. gün	4.03±0.07cA	4.77±0.14bBC	4.72±0.12bB	4.95±0.11bC	39.99*	12
60. gün	4.21±0.07dA	4.82±0.08bB	5.09±0.13cC	5.23±0.05cC	82.30**	12
90. gün	4.62±0.07eA	5.12±0.08bB	5.40±0.06dC	5.92±0.04dD	211.57**	12
F değeri	311.47**	2.82*	86.06**	153.38**		
n	15	15	15	15		

* $p<0.05$

** $p<0.01$

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.
A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

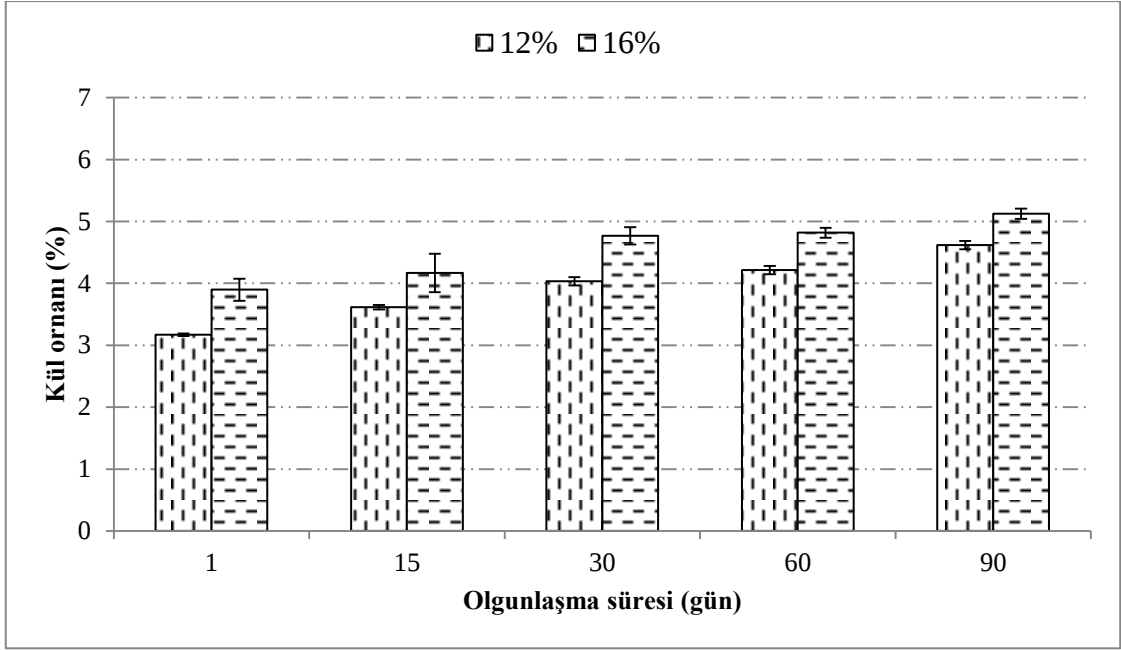
Tablo 4.16’da görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin kül oranları (%) olgunlaşma periyodu boyunca artış göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük kül oranı (% 3.17) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek kül oranı ise olgunlaşmanın 90. günü (% 5.92) tespit edilmiştir.

Tablo 4.17. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Kül Oranlarına (%) Ait Varyans Analizi Sonuçları

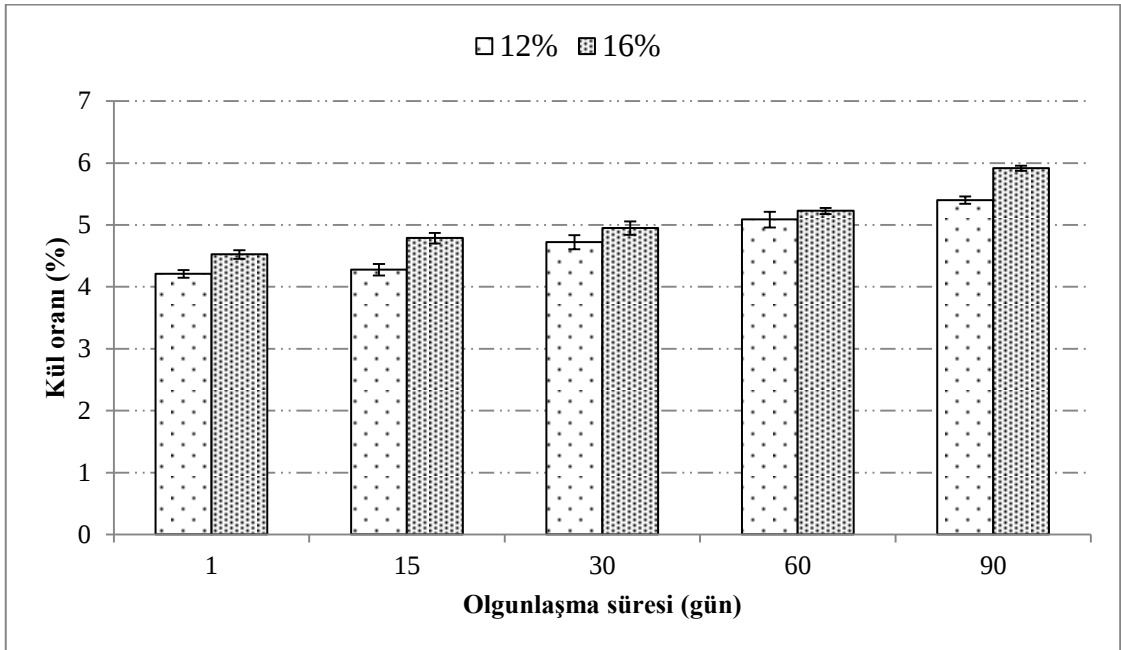
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	6.689	537.194**
Salamura Konsantrasyonu	1	3.508	281.705**
Olgunlaşma Süresi	4	3.205	257.436**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.299	23.985**
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.073	5.876**
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.013	1.028ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.045	3.651**
Hata	40	0.012	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.17’de izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin kül oranı üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin yanısıra Sıcaklık X Salamura konsantrasyonu, Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi ve Sıcaklık X Salamura konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi arasındaki interaksiyonların çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kül Oranı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.14. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki % Kül Oranı Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te görüldüğü gibi 4 °C'de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kül oranı 12 °C'de olgunlaştırılanlara göre daha düşük gerçekleşmiştir. Aynı şekillere göre % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin kül oranı % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında (TAMB) belirlenen değişimler Tablo 4.18'de, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.19'da, 4 °C'de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki TAMB sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.15'te, 12 °C'de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki TAMB sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.18. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince TAMB Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	7.58±0.20aAB	7.39±0.17aA	7.80±0.28aB	7.90±0.06aB	4.23*	12
15. gün	7.35±0.04bA	7.12±0.16bB	7.61±0.07aC	7.38±0.15bA	8.38*	12
30. gün	6.97±0.01cA	7.11±0.03bB	6.99±0.07bA	6.84±0.07cC	11.82*	12
60. gün	6.96±0.06cA	6.87±0.05cAB	6.97±0.06bA	6.74±0.13cB	4.94*	12
90. gün	6.83±0.09cA	6.73±0.13cAB	6.74±0.01bAB	6.61±0.01cA	3.61	12
F değeri	27.99*	12.82*	35.52**	81.72**		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D:Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

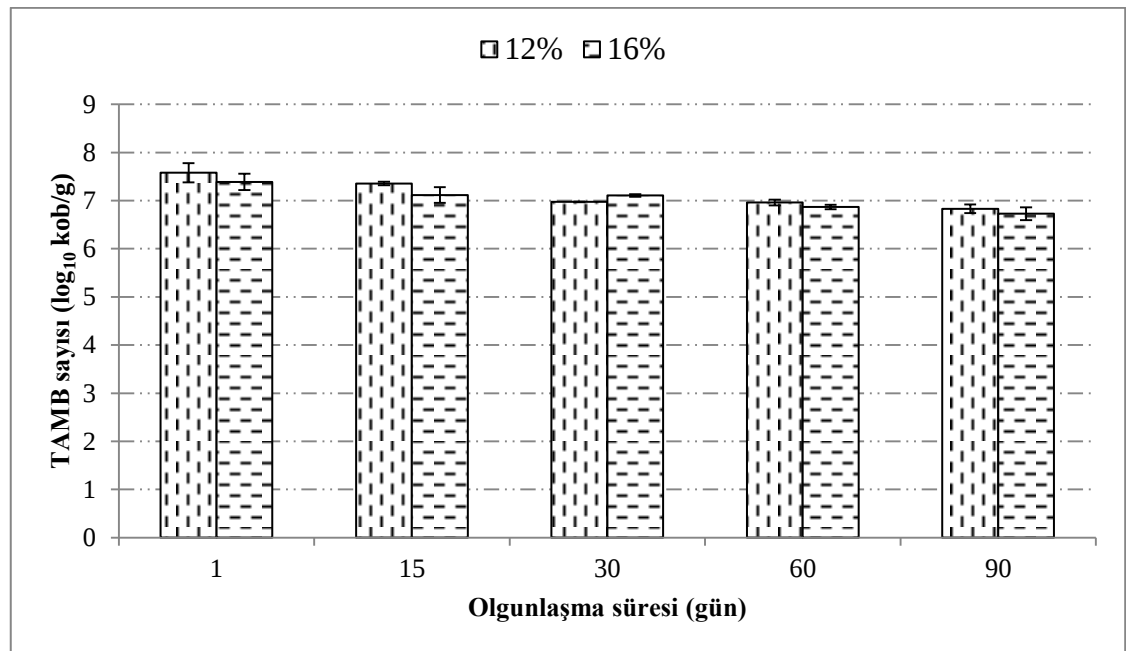
Tablo 4.18’de görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin TAMB sayıları 30. güne kadar dikkate değer bir biçimde azalmış ($p<0.05$) daha sonraki günlerde ise nispeten daha az bir azalış söz konusu olmuştur. Beyaz peynir örneklerinde en düşük TAMB sayısı (6.61) olgunlaşmanın 90. günü, en yüksek TAMB sayısı ise olgunlaşmanın 1. günü (7.90) tespit edilmiştir.

Tablo 4.19. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince TAMB Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

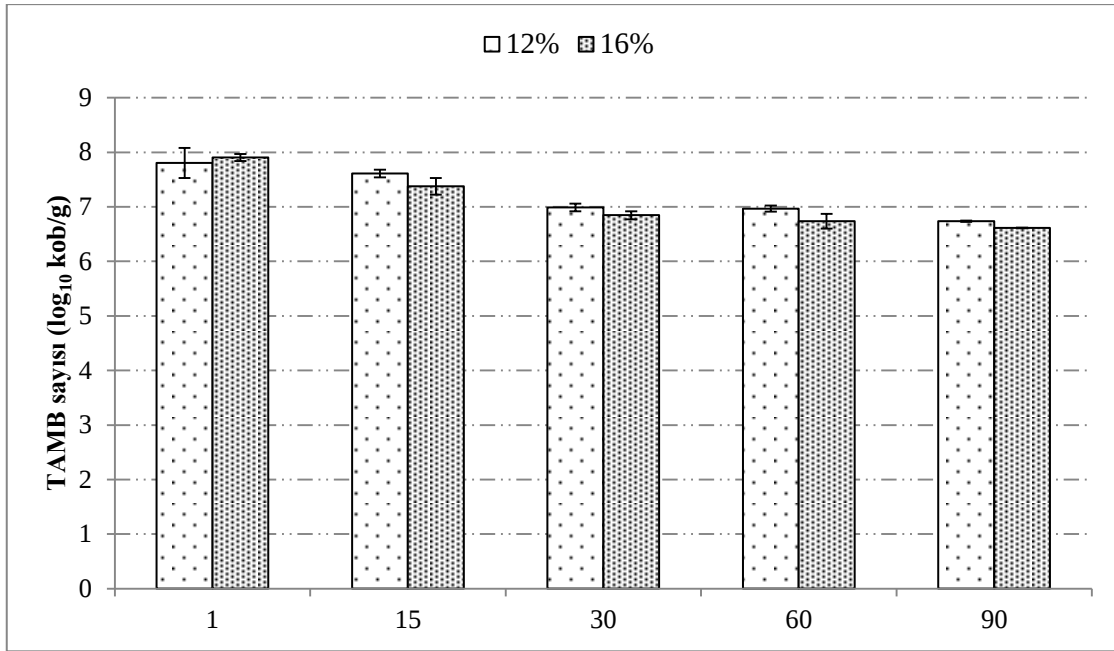
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	0.067	4.979*
Salamura Konsantrasyonu	1	0.190	14.069**
Olgunlaşma Süresi	4	1.778	131.585**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.003	0.237ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.158	11.697**
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.025	1.881ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.033	2.466ns
Hata	40	0.014	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.19’da izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin TAMB sayısı üzerinde Sıcaklığın önemli ($p < 0.05$), Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin yanı sıra Sıcaklık x Olgunlaşma Süresi arasındaki interaksiyonun çok önemli ($p < 0.01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.15. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki TAMB Sayısı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.16. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki TAMB Sayısı Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin TAMB sayısı 12 °C’de olgunlaştırılanlardan daha düşük olarak belirlenmiştir. Aynı şekillere göre % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin TAMB sayısı % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük görülmüştür ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktokok bakteri sayılarında belirlenen değişimler Tablo 4.20’de, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.21’de, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktokok sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.17’de, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktokok sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.20. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktokok Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	7.24±0.34a	6.84±0.13	7.24±0.29	6.80±0.23	2.76	12
15. gün	7.01±0.06abAB	6.60±0.39A	7.10±0.23B	6.85±0.15AB	8.49	12
30. gün	6.83±0.21ab	6.65±0.15	6.96±0.19	6.69±0.24	1.24	12
60. gün	6.76±0.26ab	6.55±0.37	6.73±0.40	6.70±0.14	0.28	12
90. gün	6.69±0.31b	6.40±0.43	6.65±0.40	6.55±0.30	0.77	12
F değeri	2.35*	0.77	1.91	0.87		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

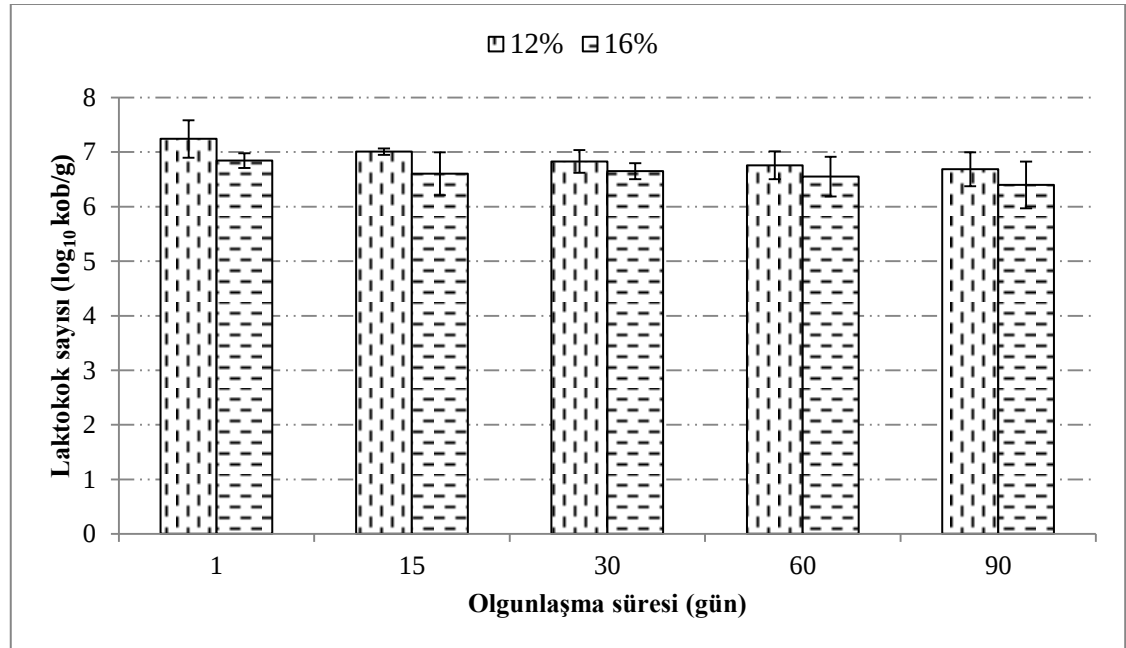
Tablo 4.20’de görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin laktokok bakteri sayıları olgunlaşma periyodu boyunca azalış göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük laktokok bakteri sayısı (6.40) olgunlaşmanın 90. günü, en yüksek laktokok bakteri sayısı ise olgunlaşmanın 1. günü (7.24) tespit edilmiştir.

Tablo 4.21. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktokok Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

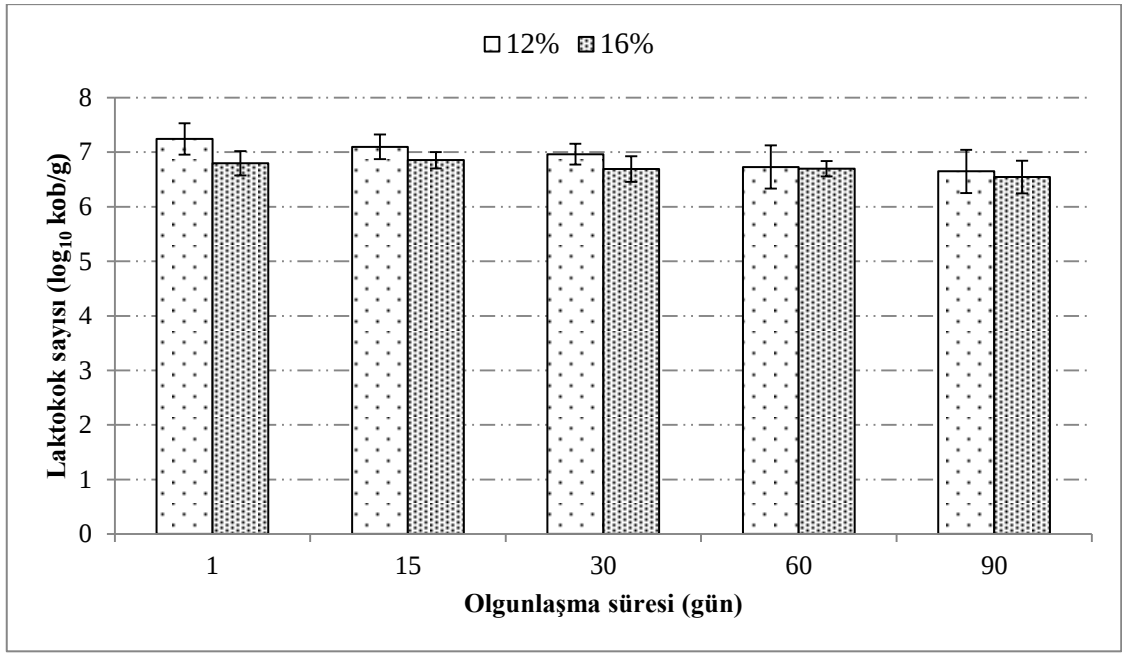
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	0.073	0.937ns
Salamura Konsantrasyonu	1	0.997	12.757**
Olgunlaşma Süresi	4	0.385	4.927**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.022	0.283ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.015	0.189ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.042	0.532ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.014	0.178ns
Hata	40	0.062	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.21’de izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin laktokok bakteri sayısı üzerinde Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.17. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktokok Sayısı Değişimleri



Şekil 4.18. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktokok Sayısı Değişimleri

Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de görüldüğü gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktokok bakteri sayısı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük belirlenmiş ancak istatistiksel olarak bu durum önemsiz olarak bulunmuştur ($p>0.05$). Aynı şekillere göre % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktokok bakteri sayısı % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük olarak tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktobasil bakteri sayılarında belirlenen değişimler Tablo 4.22’de, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.23’te, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktobasil sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.19’da, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktobasil sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.22. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktobasil Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	6.62±0.18Aa	6.32±0.29Aa	7.00±0.08Ba	6.55±0.17Ca	6.22*	12
15. gün	5.66±0.20ABb	5.52±0.26Ab	6.05±0.12Bb	5.63±0.32ABb	2.83	12
30. gün	5.65±0.20Ab	5.33±0.11Bbc	6.08±0.07Cbc	5.46±0.10ABbc	20.01*	12
60. gün	5.48±0.11Ab	5.18±0.10Bbc	5.88±0.04Ccd	5.25±0.07Bc	41.07**	12
90. gün	5.46±0.03Ab	5.13±0.11Bc	5.85±0.01Cd	5.24±0.10ABc	47.29**	12
F değeri	28.45*	18.80*	123.10**	27.44*		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D:Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

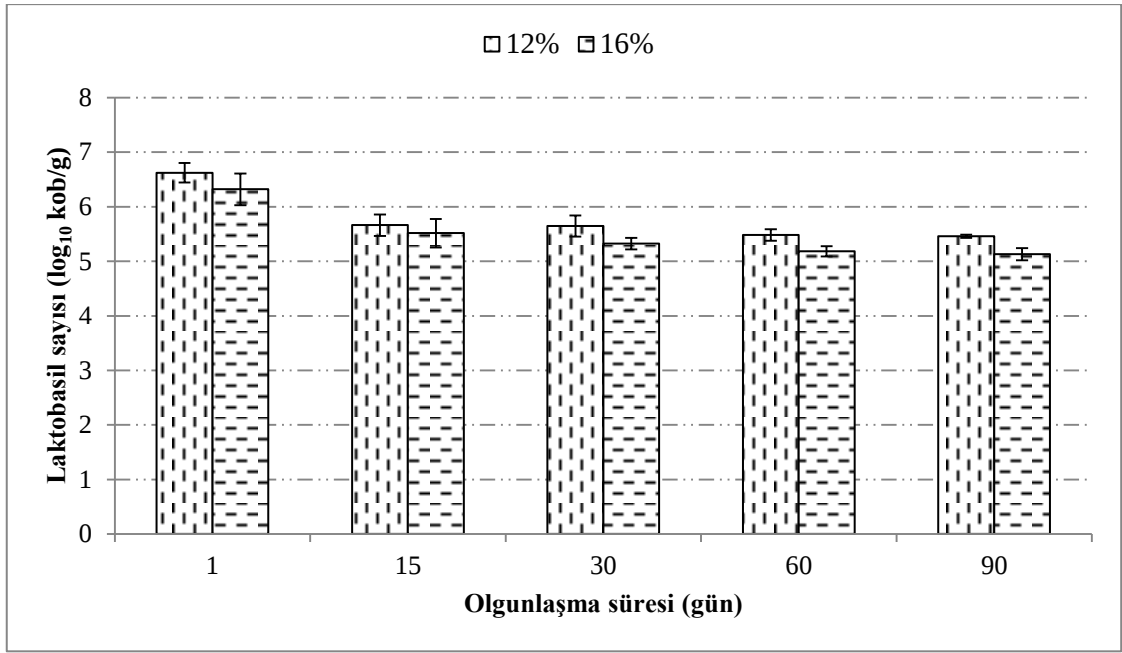
Tablo 4.22’de görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin laktobasil bakteri sayıları olgunlaşma periyodu boyunca azalma göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük laktobasil bakteri sayısı (5.13) olgunlaşmanın 90. günü, en yüksek laktobasil bakteri sayısı ise olgunlaşmanın 1. günü (7.00) tespit edilmiştir.

Tablo 4.23. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Laktobasil Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

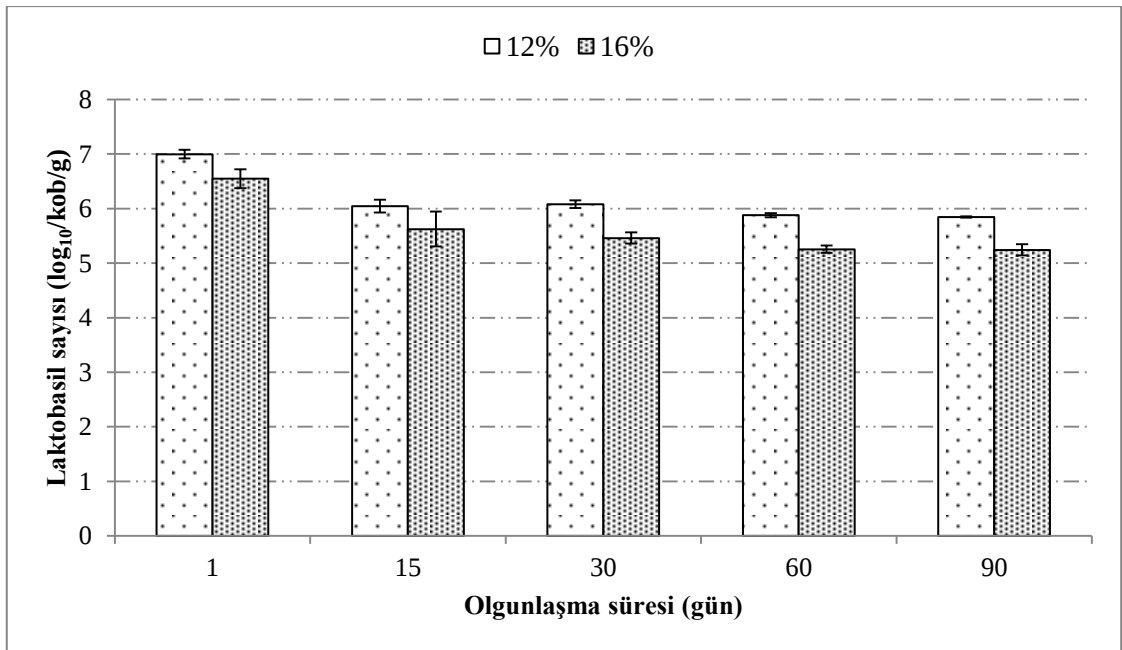
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	1.049	42.536**
Salamura Konsantrasyonu	1	2.549	103.336**
Olgunlaşma Süresi	4	2.926	118.605**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.263	10.662**
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.002	0.100ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.020	0.814ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.004	0.143ns
Hata	40	0.025	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.23'te izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin laktobasil bakteri sayısı üzerinde Sıcaklık, Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin yanısıra Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.19. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktobasil Sayısı Değişimleri (Ort±SS)



Şekil 4.20. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Laktobasil Sayısı Değişimleri (Ort±SS)

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de izlenebileceği gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktobasil bakteri sayısı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha düşük olarak görülmektedir. Aynı şekillerde % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki laktobasil bakteri sayısı % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük olarak izlenmektedir.

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamurada bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir maya-küf sayılarında belirlenen değişimler Tablo 4.24’te, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.25’te, 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki maya-küf sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.21’de, 12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki maya-küf sayısı değişimlerine ait grafik Şekil 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.24. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Maya-küf Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
Günler	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
1. gün	1.03±0.89a	0.79±0.70a	1.06±0.92a	0.51±0.52a	0.33	12
15. gün	2.89±0.17b	1.94±1.17ab	3.02±0.14b	2.53±0.19b	1.93	12
30. gün	3.01±0.10bA	2.56±0.15bB	3.12±0.03bA	2.74±0.19B	11.56*	12
60. gün	2.99±0.08b	2.33±0.55b	3.06±0.11b	2.44±0.48b	3.06	12
90. gün	2.94±0.08bA	2.47±0.18bB	3.03±0.03bA	2.49±0.16bB	15.86**	12
F değeri	13.19*	3.56*	13.59*	21.25*		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

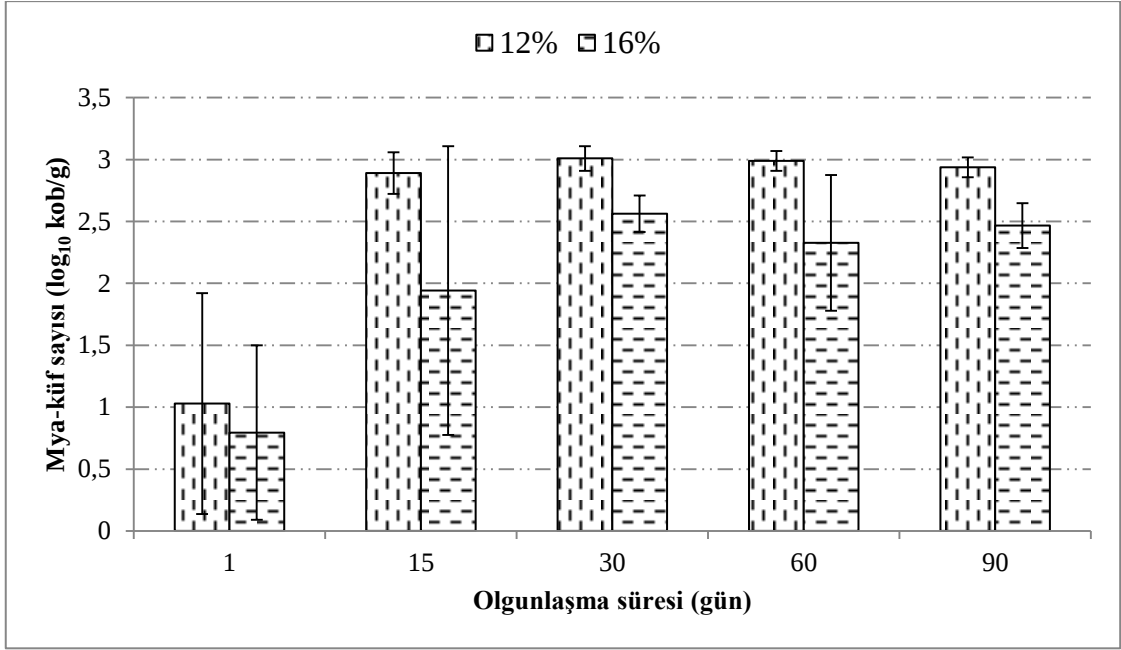
Tablo 4.24'te görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin maya-küf sayıları 15. günden sonra artış göstermiştir. Olgunlaşmanın daha sonraki günlerinde maya-küf sayısı artmış veya sabit bir seyir izlemiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük maya-küf sayısı (0.51) olgunlaşmanın 1. günü, en yüksek maya-küf sayısı ise olgunlaşmanın 60. günü (3.06) tespit edilmiştir.

Tablo 4.25. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince Maya-küf Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

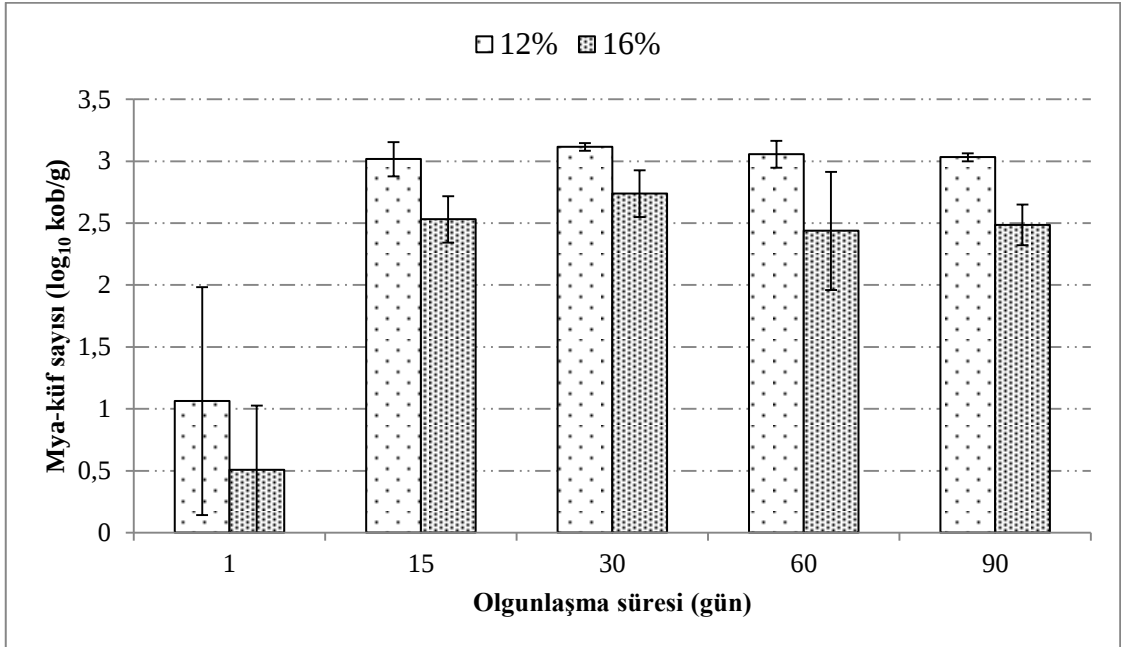
VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	0.161	0.708ns
Salamura Konsantrasyonu	1	4.284	18.886**
Olgunlaşma Süresi	4	8.521	37.566**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.005	0.021ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.091	0.402ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.060	0.263ns
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.061	0.267ns
Hata	40	0.227	

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.25'te izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin maya-küf sayısı üzerinde Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Süresinin çok önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.21. 4 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Maya-küf Sayısı Değişimleri



Şekil 4.22. 12 °C’de Olgunlaştırılan Beyaz Peynir Örneklerindeki Maya-küf Sayısı Değişimleri

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de izlenebileceği gibi 4 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynirlerde maya-küf sayısı 12 °C’de olgunlaştırılanlara göre daha yüksek olarak görülsede bu durum istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$). Aynı şekillerde % 16 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki maya-küf sayısı % 12 salamura konsantrasyonunda olgunlaştırılanlardan daha düşük daha düşük olarak izlenmektedir.

Salamura sıcaklıkları 4 °C ve 12 °C olan % 12 ve % 16 konsantrasyonlu salamura bekletilerek 90 gün süre ile olgunlaştırılan beyaz peynir *S. aureus* sayılarında belirlenen değişimler Tablo 4.26’da, bu değerlere ait varyans analiz tablosu Tablo 4.27’de, 4 °C’de Olgunlaşma Süresince *S. aureus* sayısının pH’ya bağlı değişimine ait grafik Şekil 4.23’te, 12 °C’de Olgunlaşma Süresince *S. aureus* sayısının pH’ya bağlı değişimine ait grafik Şekil 4.24’te sunulmuştur.

Tablo 4.26. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince *S. aureus* Sayısındaki ($\log_{10}$ kob/g) Değişimler (Ort $\pm$ SS)

Olgunlaştırma Sıcaklığı						
4 °C			12 °C			
Salamura Konsantrasyonu						
Günler	% 12	% 16	% 12	% 16	F Değeri	n
0. gün	6.00a	6.00a	6.00a	6.00a	-	
1. gün	7.84±0.07b	7.86±0.06b	7.81±0.09b	7.68±0.24b	1.01	12
15. gün	6.89±0.04c	6.84±0.08c	6.81±0.05c	6.81±0.09c	0.86	12
30. gün	5.78±0.06d	5.82±0.08a	5.81±0.09d	5.84±0.07a	0.26	12
60. gün	4.77±0.04e	4.84±0.06d	4.81±0.07e	4.63±0.31d	0.91	12
90. gün	2.49±0.15fAB	2.77±0.12eC	2.29±0.11fA	2.65±0.16eBC	7.12*	12
F değeri	1775.63**	1725.45**	1881.16**	295.13**		
n	15	15	15	15		

*p<0.05

**p<0.01

a-d: Aynı sütunda ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

A-D: Aynı satırda gruplar arasında ortak harf taşımayan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

Tablo 4.26’da görüldüğü gibi beyaz peynir örneklerinin *S. aureus* sayıları olgunlaşma periyodu boyunca azalış göstermiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük *S. aureus* sayısı (2.29) olgunlaşmanın 90. günü, en yüksek *S. aureus* sayısı ise olgunlaşmanın 1. günü (7.86) tespit edilmiştir.

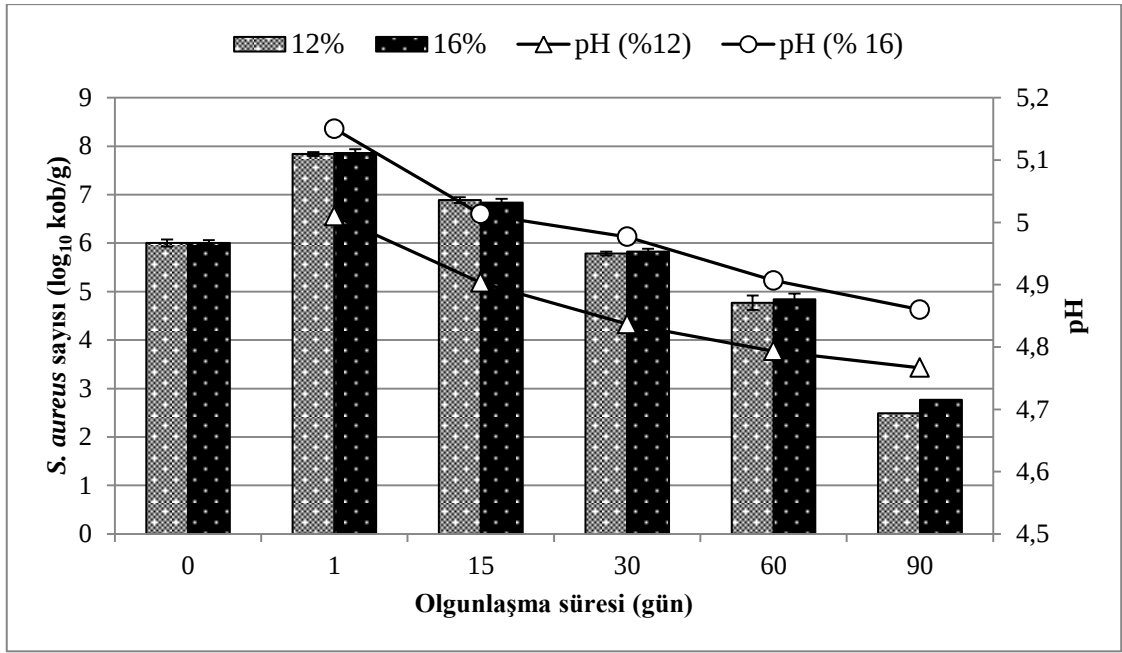
Tablo 4.27. Beyaz Peynir Numunelerinin Olgunlaşmaları Süresince *S. aureus* Sayılarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	KO	F
Sıcaklık	1	0.071	5.782**
Salamura Konsantrasyonu	1	0.025	2.077ns
Olgunlaşma Süresi	4	39.750	3349.767**
Sıcaklık X Salamura Konsantrasyonu	1	0.009	0.754ns
Sıcaklık X Olgunlaşma Süresi	4	0.013	1.039ns
Salamura Konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi	4	0.060	4.932**
Sıcaklık X Salamura Kons. X Olgunlaşma Süresi	4	0.012	0.965ns
Hata	48	0.012	

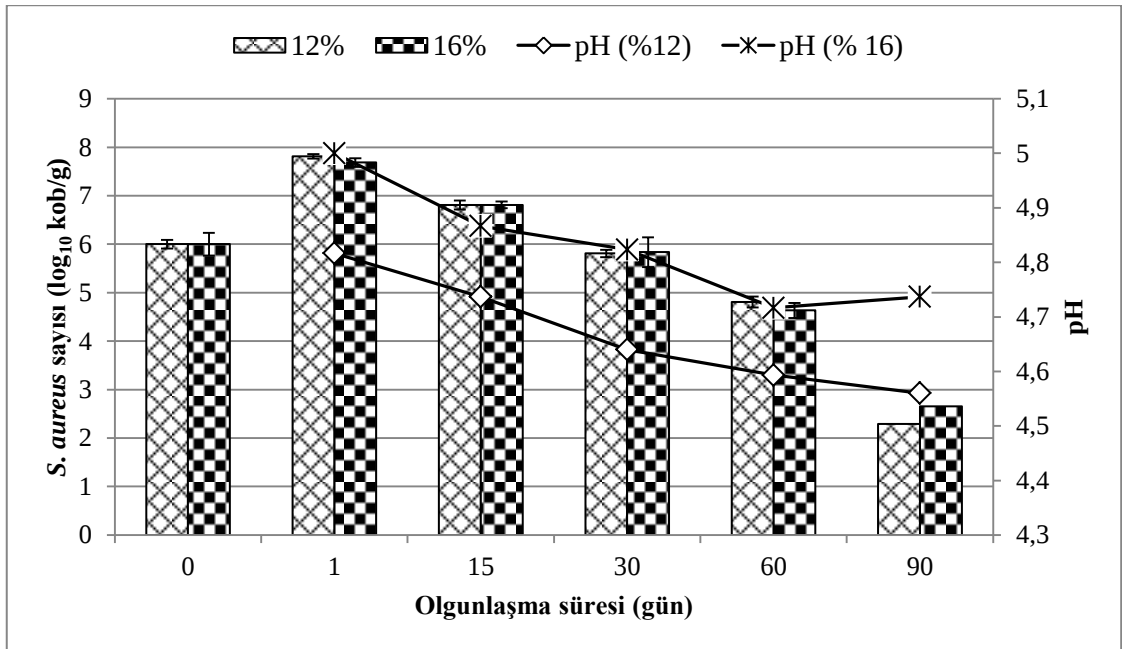
*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

Tablo 4.27’de izlenebileceği gibi beyaz peynir örneklerinin *S. aureus* sayısı üzerinde Sıcaklık ve Olgunlaşma Süresinin yanı sıra Salamura konsantrasyonu X Olgunlaşma Süresi interaksiyonunun çok önemli ($p<0.01$) etkiye sahip olduğu ancak salamura konsantrasyonunun etkisinin bulunmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Beyaz peynir gruplarına uygulanan parametreler açısından değerlendirildiğinde en düşük *S. aureus* sayısı (5.51) % 12 salamura konsantrasyonuna sahip 12 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde, en yüksek *S. aureus* sayısı (5.63) ise % 16 salamura konsantrasyonuna sahip 4 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde belirlenmiştir. Tüm beyaz peynir gruplarında *S. aureus* sayısı 1. gün 1.7 log₁₀’a yakın bir artış göstermiştir. Olgunlaşmanın 15. günden 90. gününe kadar *S. aureus* sayısı tüm peynir gruplarında azalış göstermiş ve günler arasındaki bu fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.23. 4 °C'de *S. aureus* Sayısı ve pH İnteraksiyonunun Olgunlaşma Süresine Bağlı Değişimi (Ort±SS)



Şekil 4.24. 12 °C'de *S. aureus* Sayısı ve pH İnteraksiyonunun Olgunlaşma Süresine Bağlı Değişimi

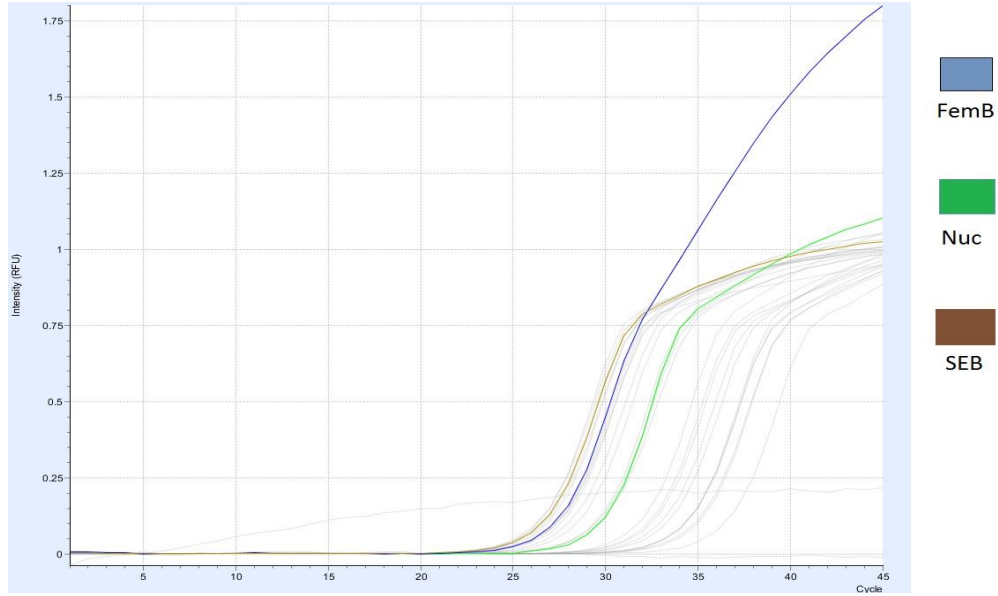
Şekil 4.23 ve 4.24'te görüleceği gibi Olgunlaşma Süresinin başlangıcından sonuna doğru pH'da belirlenen azalış ile *S. aureus* sayısındaki azalma uyumlu bir biçimde seyretmiştir.

3 tekerrürlü olarak üretimi yapılan, farklı sıcaklık ve salamurada 90 gün boyunca olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinin hiçbirinde SE tespit edilememiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Bazı Beyaz Peynir Örneklerinde SE Tespitine Yönelik Serolojik Analiz Sonuçları

Pastörize süte inokule edilen *S. aureus* NCTC 10654 FDA'nın SEB, FemB ve Nuc genlerine ait RT-PCR görüntüsü Şekil 4.26'da verilmiştir. Peynir örneklerinden ekstrakte edilen *S. aureus* mRNA'larından dönüştürülmü sentezlenmiş cDNA'larına ait RT-PCR görüntüsü Şekil 4.27'de verilmiştir.



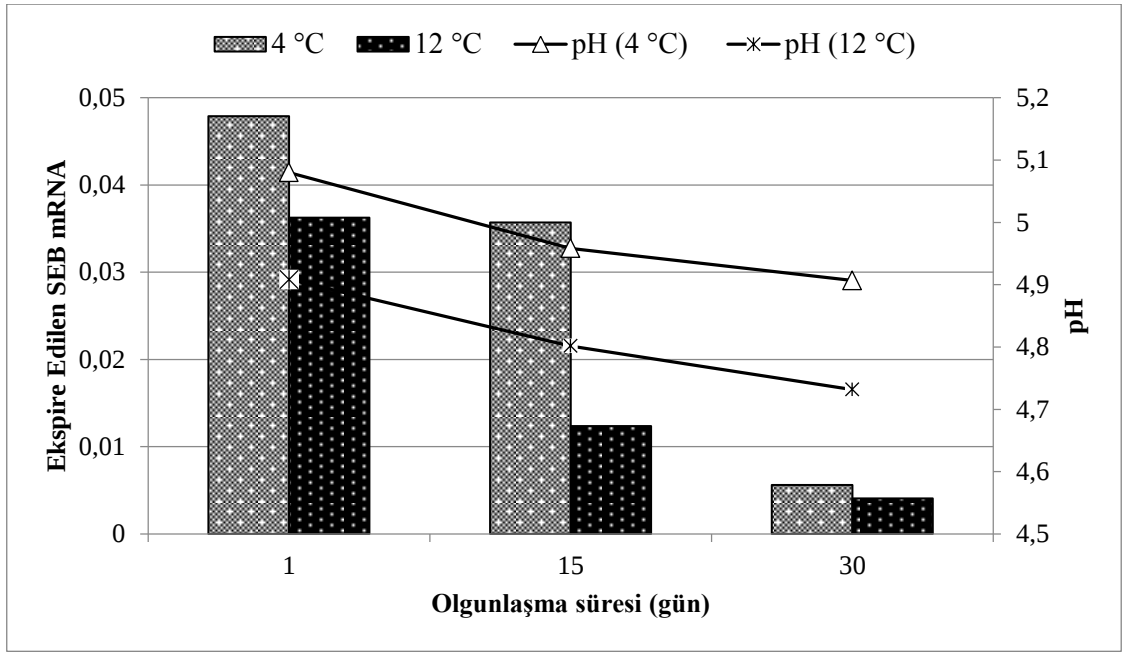
Şekil 4.26. *S. aureus* NCTC 10654 FDA'nın SEB, FemB ve Nuc Genlerine ait RT-PCR Görüntüsü

Amplifikasyon miktarı, hedef gen olan SEB'in referans gene (Nuc) oranı $2^{-\Delta\Delta CP}$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. SEB geni üzerine sıcaklığın etkisine ait grafik Şekil 4.28'de, salamura konsantrasyonunun etkisine ait grafik ise Şekil 4.29'da verilmiştir.

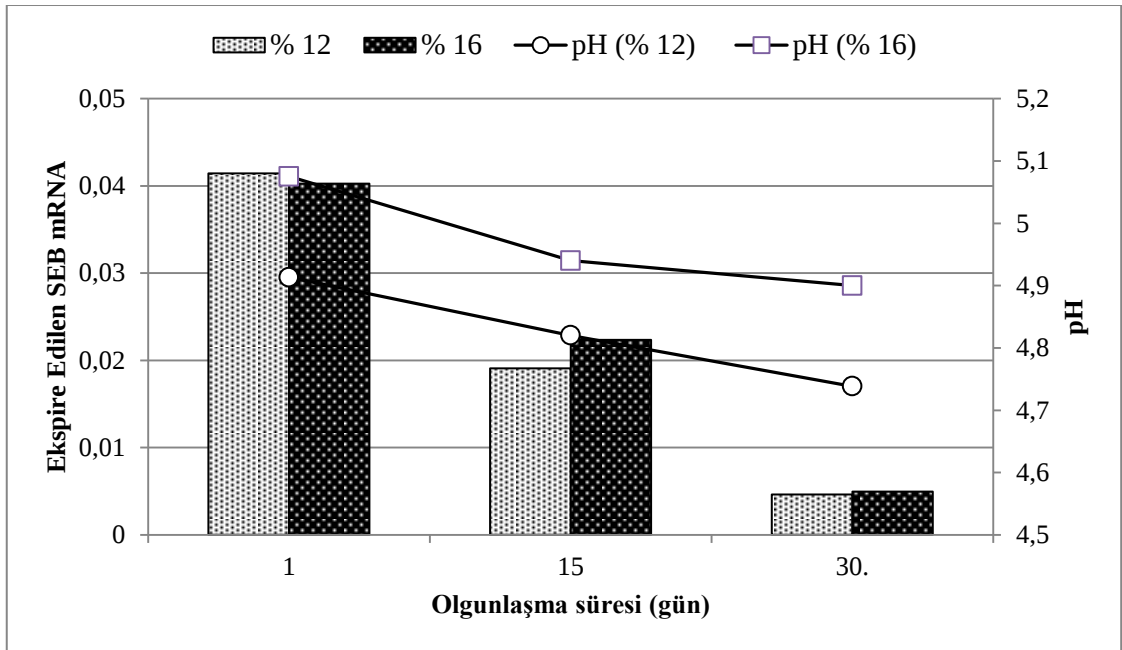


Şekil 4.27. Peynir Örneklerinden Ekstrakte Edilen *S. aureus*'un cDNA (referans ve hedef)'lerine ait RT-PCR Görüntüsü

30 günlük olgunlaşma periyodu boyunca ekspire edilen SEB mRNA seviyesi giderek azalmıştır. Olgunlaşmanın 1. günü SEB mRNA seviyesi en yüksek düzeyde tespit edilirken en düşük 30. günde belirlenmiştir. Farklı salamura konsantrasyonlarında elde edilen SEB mRNA seviyeleri arasındaki fark, farklı sıcaklıkta elde edilen SEB mRNA seviyelerine göre daha düşük olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.28. SEB mRNA Seviyesi Üzerine Sıcaklık ve pH İnteraksiyonunun Etkisi



Şekil 4.29. SEB mRNA Seviyesi Üzerine Salamura Konsantrasyonu ve pH İnteraksiyonunun Etkisi

Sıcaklıklara ait SEB mRNA seviyesi 1. gün 4 °C’de muhafaza edilen peynir örneklerinde 12 °C’de muhafaza edilenlere göre % 24.30 daha fazla, 15. gün 4 °C’de muhafaza edilen peynir örneklerinde 12 °C’de muhafaza edilenlere göre % 65.39 daha fazla, 30. gün 4 °C’de muhafaza edilen peynir örneklerinde 12 °C’de muhafaza edilenlere göre % 27.54 daha fazla olmuştur.

Salamura konsantrasyonlarına ait SEB mRNA seviyesi 1. gün % 12 salamura konsantrasyonunda muhafaza edilen peynir örneklerinde % 16 konsantrasyonda muhafaza edilenlere göre % 2.81 daha fazla, 15. gün % 12 salamura konsantrasyonunda muhafaza edilen peynir örneklerinde % 16 konsantrasyonda muhafaza edilenlere göre % 17.06 daha az, 30. gün % 12 salamura konsantrasyonunda muhafaza edilen peynir örneklerinde % 16 salamura konsantrasyonunda muhafaza edilenlere göre % 6.91 daha az olmuştur.

5. TARTIŞMA

Beyaz peynirde *S. aureus*'un canlılığı, enterotoksin sentezi ve SEB mRNA seviyesi üzerine farklı salamura konsantrasyonu ve olgunlaştırma sıcaklığının etkisini incelemek amacıyla yürütülen bu çalışmada deneysel olarak *S. aureus* inokule edilmiş pastörize süttten üretilmiş beyaz peynir örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Beyaz peynir örneklerinin 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca farklı salamura konsantrasyonu ve olgunlaştırma sıcaklığına bağlı olarak gruplar ve günler arasında kimyasal, mikrobiyolojik, serolojik ve moleküler nitelikleri yönünden farklılıklar incelenmiştir.

Denemelerde hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin mikrobiyolojik kalitesine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.1'de verilmiştir. “Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği” ne göre çiğ inek sütünün titrasyon asitliği laktik asit cinsinden 0.135-0.20 arasında, protein oranı en az % 2.8, yağ oranı ise en az % 3.5 olmalıdır.²³¹ Buna göre beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütler asitlik, protein ve yağ oranı bakımından kodekse uygun bulunmuştur. Yine aynı tebliğe göre toplam canlı bakteri sayısının 30 °C' de (ml'de) ≤ 100.000 adet olması gerektiği bildirilmiş üretimde kullanılan çiğ sütün ise bu normu karşıladığı görülmüştür.

Beyaz peynir üretiminde kullanılan sütlerin pH değeri, Seçkin²³²'in sonuçlarından yüksek, Kesenkaş²³³'in bulduğu değere yakın ve Karaman²³⁴'in tespit ettiği değerden düşük olarak bulunmuştur. Asitlik değeri Seçkin²³² ve Kesenkaş²³³'in tespit ettiği değerden yüksek olarak belirlenmiştir. Üretimde kullanılan sütlerin kurumadde oranları Kesenkaş²³³'in, Karakoç ve ark.²³⁵'nin ve Karaman²³⁴'in bulduğu değerden yüksek olarak bulunmuştur. Çiğ süt örneklerinde belirlenen yağ oranı Karaman²³⁴'in bulduğu değerden yüksek, Seçkin²³²'in belirlediği değere yakın, Kesenkaş²³³'in belirlediği değerden düşük bulunmuştur. Ayrıca bulunan protein oranları

Seçkin²³² ve Karaman²³⁴,in tespit ettiği değerdan yüksek bulunmuştur. Belirlenen tüm bu kimyasal farklılıklarda mevsim, hayvan ırkları ve yemlemenin önemli rolü olduğu düşünölmektedir.

Çiğ süt örneklerinde tespit edilen TAMB sayısı Yalçın ve ark.²³⁶,nın ve Kıvanç ve ark.²³⁷,nın bulduğu değerdan düşük ve Alişarlı ve ark.²³⁸,nın belirlediği değerdan yüksek olarak bulunmuştur. TKB sayısı Yalçın ve ark.²³⁶,nın ve Uraz ve Yücel²³⁹,in belirledikleri değerdan düşük olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan sütlerdeki *S. aureus* sayısı Yalçın ve ark.²³⁶,nın belirledikleri değerdan düşük, Alişarlı ve ark.²³⁸,nın belirledikleri değerdan yüksek bulunmuştur. Üretimde kullanılacak sütte tespit edilen enterokok sayısı Diler ve ark.²⁴⁰,nın belirledikleri değerdan yüksek bulunmuştur. Belirlenen bu farklılıkların mevsim, barınak ve sağım koşulları, hayvanların sağlık durumları gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünölmüştür.

Peynir üretimiyle elde edilen peyniraltı sularının pH değeri Gürsel ve ark.²⁴¹,nın bulduğu değerdan daha düşük Kaya²⁴²,nın belirlediği değere yakın bulunmuştur. Peyniraltı sularında belirlenen asitlik değeri Kaya²⁴²,nın belirlediği değere yakın, Karaca²⁴³,nın bulduğu değerdan yüksek bulunmuştur. Peyniraltı sularında tespit edilen kurumadde içeriği Gürsel ve ark.²⁴¹,nın belirledikleri değerdan yüksek, Konar ve ark.²⁴⁴,nın buldukları değere yakın, Akyüz²⁴⁷,ün belirlediği değerdan düşük olarak bulunmuştur. Çalışma sonucu elde edilen peyniraltı sularında gözlemlenen yağ oranı Gürsel ve ark.²⁴¹,nın belirlediği değere yakın, Konar ve ark.²⁴⁴,nın belirledikleri değerdan düşük olarak tespit edilmiştir. Peyniraltı sularında tespit edilen protein oranı Konar ve ark.²⁴⁴,nın belirledikleri değerdan düşük bulunmuştur. Çalışmada peyniraltı sularında tespit edilen kül oranı Şimşek ve Gönç²⁴⁶,ün bulduğu değerdan düşük, Kaya²⁴²,nın bulduğu değere yakın olarak belirlenmiştir. PAS'ın kimyasal niteliklerinde

belirlenen bu farklılıklara pastörizasyon süresi, CaCl_2 oranı, starter kültür kombinasyonu gibi faktörlerin neden olduğu düşünülmüştür.

Peynirin korunmasında laktik asit bakterileri tarafından laktozdan laktik asit üretimi arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişimini engelleyebilmek açısından oldukça önemli bir role sahiptir. Bu dönüşüm sonucu oluşan laktik asit pH'yı düşürmekte buna bağlı olarak çözülmemiş laktik asit miktarı artmakta ve laktoz içeriği azalmaktadır.²⁴⁷ Bu süreç olgunlaşma periyodu boyunca sürer ve peynirde pH düşmesiyle kendini belli etmektedir. Beyaz peynir numunelerinin pH değerlerinde olgunlaşmanın 60. gününe kadar azalış şekillenmiş, 90. güne doğru ise sabit veya hafif azalış gözlemlenmiştir. Buna gerekçe olarak yeni tampon bileşenlerin ve serbest aminoasitlerden üretilen amonyak gösterilebilir.

Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki pH değerleri karşılaştırıldığında daha yüksek konsantrasyona sahip salamura bekletilen peynirlerdeki artış daha fazla olmuştur. O'Connor²⁴⁸ yüksek oranda tuz kullanımının daha yüksek tuz/nem oranının ortaya çıkmasına ve dolayısıyla starter aktivitesinin daha düşük gerçekleşmesine yol açarak pH'nın yüksek olmasına sebep olduğunu ileri sürmüştür. Elde ettiğimiz veriler farklı salamura konsantrasyonlarının beyaz, feta ve ragusano peynirindeki pH değeri üzerine olan etkisini araştıran çeşitli çalışmalarda^{68,69,248-252} elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Sıcaklığın yükselmesi ile birlikte asit üretiminde, protein ve diğer besin öğelerinin katabolizmasındaki artışa bağlı olarak 12 °C'de muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki pH'nın daha düşük olduğu düşünülmektedir.²⁵³ Altun²⁵⁴ +8 °C'de muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki pH değerinin (4.25-4.75) +4 °C'de depo edilenlere göre (3.91-4.19) daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada

McMahon²⁵⁵ aynı konsantrasyona sahip (% 9.5) 3 ve 10 °C’de olgunlaştırılan Feta peynirinde pH’nın sırasıyla 4.92 ve 4.81 olarak belirlendiği ve sıcaklığın pH üzerine etkisini istatistiksel olarak önemli olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Elde edilen veriler yaptığımız çalışmayla paralellik göstermektedir.

Belirlenen pH değerleri Karaman ve Akalın²⁵⁶’ın (4.62-4.41) ve Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷’in tespit ettiği değerden (4.86-4.52) yüksek, Öner ve ark.⁷’nin (4.96-4.75) ve Akalın ve Karaman’ın²⁵⁸ belirlediği değere (4.90-4.57) yakın Tayar’ın²⁵⁹ tespit ettiği üst sınırdan (5.94) düşük alt sınırdan ise yüksek (4.21), Kavas ve ark.’nin²⁶⁰ bulduğu değerden düşük (5.43-5.33) olarak belirlenmiştir. Salamura konsantrasyonlarına ait duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre salamura konsantrasyonunun pH üzerine etkisi sıcaklıktan daha fazla bulunmuştur.

Beyaz peynir numunelerinin asitlik değerleri 60. güne kadar düzenli olarak artarken 90. gün’de sabit veya az artmış olarak tespit edilmiştir. Beklenildiği gibi asitlik değerleri elde edilen pH değerleriyle uyumlu bir biçimde artış göstermiştir. Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki asitlik değerleri karşılaştırıldığında daha düşük konsantrasyona sahip salamurada bekletilen peynirlerdeki artış daha fazla olmuştur. Elde ettiğimiz veriler farklı konsantrasyonlardaki salamuranın çeşitli peynir tiplerinde asitlik değeri üzerine olan etkisini araştıran bazı çalışmalarda^{251,261} elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

4 ve 12 °C sıcaklıklarında farklı salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde asitlik değerleri bakımından en fazla artış 12 °C’de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Sıcaklığın yükselmesi ile birlikte asit üretiminde, protein ve diğer besin öğelerinin katabolizmasındaki artışa bağlı olarak 12 °C’de muhafaza edilen

beyaz peynir örneklerindeki asitlik değerinin daha yüksek olduğu düşünülmüştür.²⁵³ Su Oh²⁶² Cottage peynirinin olgunlaşmasında uygulamış olduğu iki farklı sıcaklıkta (5-12 °C) laktik asit miktarını (mg/g) sırasıyla 1.69-2.58 ve 3.36-5.44 olarak belirlemiştir. Başka bir çalışmada El Owni ve Hamed²⁶³ 36 ve 7 °C’de olgunlaştırdıkları beyaz peynirde olgunlaşmanın başlangıcında ve 120. günün sonunda titre edilebilir asitlik değerlerini sırasıyla 0.39-1.55 ve 0.39-0.92 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Elde edilen veriler yaptığımız çalışmayla paralellik göstermektedir.

Belirlenen asitlik değerleri Yılmaz ve ark.²⁶⁴’nın tespit ettiği değerden (0.45-0.63) yüksek; Kavas ve ark.²⁶⁰ (1.11-2.05), Akalın ve Karaman²⁵⁸ (1.46-2.60) ve Karaman ve Akalın²⁵⁶’ın belirlediği değerden (1.10-1.86) düşük ve Tayar²⁵⁹ (0.59-0.95) ve Atasever ve ark.’nın⁵³ belirlediği değere (0.61-1.11) yakın olarak bulunmuştur.

Peynir, üretim sırasında pıhtıda toplanan ve sütün ana bileşenleri olan yağ ve kazein bakımından oldukça zengindir ve ayrıca büyük bir kısmı peynir altı suyuna geçen suda çözünebilir bileşenleri (peynir altı suyu proteinleri, laktoz ve suda çözünebilir vitaminler) nispeten daha az miktarda içermektedir.³³ Bu bileşenler peynirin kurumadde miktarını belirlemekte ve verimini etkilemektedir. Çedar peynirinin nem oranında % 1 oranında meydana gelen değişiklik, % 1.8 oranında peynir veriminde değişikliğe yol açmaktadır. Bunun sebebi daha az nem ile peynir altı suyundaki kurumadde ve tuzun daha fazla peynir tarafından geri alınmasıyla açıklanabilir.²⁶⁷

Beyaz peynir numunelerinin kuru madde oranlarında olgunlaşma süresince dalgalı bir artış gözlemlenmiştir (p<0.01). Yüksek sıcaklık ve salamura konsantrasyonuna sahip deneme grubundaki artış diğer gruplara göre daha fazla olmuştur. Beyaz peynirde tespit edilen kuru madde oranındaki artış beyaz peynirde yapılan diğer çalışmalarla^{60,69,256,258,259} uyumluluk göstermektedir.

Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranları karşılaştırıldığında daha yüksek konsantrasyona sahip salamurada bekletilen peynirlerdeki artış daha fazla olmuştur. Elde ettiğimiz veriler farklı konsantrasyonların beyaz veya feta peynirindeki kurumadde oranı üzerine olan etkisini araştıran çeşitli çalışmalarda^{68,69,248-252,255,257} elde edilen verilerle uyumludur. Salamurada daha yüksek seviyelerde tuz bulunması tuz absorpsiyonunu artırmakta ve böylelikle peynirdeki tuz/nem oranı yükselmektedir. Peynirdeki nem oranının düşmesiyle kuru madde miktarında artış olmaktadır.⁶⁶

4 ve 12 °C sıcaklıklarında farklı salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde kurumadde oranları bakımından en fazla artış 12 °C’de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Salamura sıcaklığının 5 °C’den 20 °C’ye çıkması durumunda hem difüzyon oranı hem de absorbe edilen tuz miktarı artmaktadır.²⁶⁴⁻²⁶⁷ Bu artışın kısmen doğrudan difüzyonun artmasından kısmen de artan sıcaklıkla birlikte çözilemeyen su azaldıkça protein matriksinin etkili gözeneklerindeki genişliğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.²⁶⁵

Elde edilen kurumadde oranları, Güven ve ark.⁶⁹’nın % 12 konsantrasyona sahip beyaz peynir örneklerinde tespit ettikleri miktardan (33.15-35.06) yüksek, Saltan Evrensel ve ark.²⁷¹’nin belirledikleri miktara (39-35.5) yakın bulunmuştur. Aynı konsantrasyona sahip Cinbaş ve Kılıç²⁴⁹’ın yapmış olduğu çalışmadaki ortalama değere yakın (38.00), Bakırcı ve ark.⁶⁸’nin % 11 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerindeki miktardan (39.01) düşük bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde²⁸ peynirde kurumadde miktarının en az % 40 olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre 4 °C’de % 12 salamura

konsantrasyonunda olgunlaştırılan peynir örneklerinin kurumadde değerleri standartta belirtilen değere yakın diğer tüm peynir gruplarının ise uygun olduğu görülmektedir.

+12 °C’de olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranı +4 °C sıcaklıkta muhafaza edilen daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Mazou ve ark.²⁷² % 7 salamura konsantrasyonuna sahip Waragashi peynirinde +6 °C’de depo edilen peynirlerdeki kurumaddenin (% 60) -2 °C’de depo edilenlere göre (% 50) daha yüksek olduğunu, benzer başka bir çalışmada Altun²⁵⁴ +8 °C’de muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki kurumadde oranının (34.139-37.906) +4 °C’de depo edilenlere göre (33.353-37.026) daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen veriler çalışmamızla uyum içindedir. Beyaz peynirlerde tuz geçişini etkileyen bazı faktörlerin belirlendiği bir çalışmada Gider²⁵⁰, 10. saatin sonunda +8 °C’de muhafaza ettiği % 14-% 18 konsantrasyona sahip örneklerdeki kurumadde oranının (% 32.41-32.66) +24 °C’de muhafaza ettiği aynı konsantrasyonlardaki orandan (% 32.71-33.05) daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde çok değişken olan nem içeriğine bağlı olarak, yağ oranında olgunlaşma süresince artma ve azalmalar görülmektedir. Bu azalmaya aynı zamanda mikrobiyal enzimler tarafından trigliseritlerin hidrolizasyonunda neden olduğu da bildirilmektedir.²⁷² Salamura konsantrasyonunun yağ oranları üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiş benzer sonuç Bakırcı ve ark.⁶⁸, Güven ve ark.⁶⁹, Al Otaibi ve Wilbey²⁵⁷, Tarakci ve ark.²⁶¹ tarafından da belirtilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde²⁸ peynirde yağ oranının yarım yağlı peynirlerde % 25-45 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre tüm peynir örneklerindeki yağ oranı bakımından yarım yağlı peynir sınıfına girdiği görülmüştür. Yağ oranının yüksek olmasında ise mevsimin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Beyaz peynir örneklerinde tespit edilen % yağ oranları Bakırcı ve ark.⁶⁸, Tarakci ve ark.²⁵⁸, Tayar²⁵⁹, Yılmaz ve Kurdal²⁶⁴, Saltan Evrensel²⁷¹'in belirlediği oranlara yakın; Akalın ve Karaman²⁵⁸, Prasad ve Alvarez²⁴⁹, Kavas ve ark.²⁶⁰'nın belirlediği oranlardan düşük; Karaman ve Akalın'ın²⁵⁶ belirlediği orandan yüksek olarak bulunmuştur.

Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷ farklı salamura konsantrasyonlarında (% 2.5, 3.2 ve 4.0) ve aynı sıcaklıkta muhafaza ettikleri beyaz peynir örneklerinde kurumaddede yağ oranını sırasıyla 56.4 ± 0.41 55.6 ± 0.55 ve 55.2 ± 0.18 olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonucuna göre yağ oranı salamura konsantrasyonundan etkilenmemiştir. Bulunan sonuç bizim değerlerimizden yüksek bulunmuş fakat önem durumu benzerlik göstermiştir. Cinbaş ve Kılıç²⁵¹ % 12 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde kurumaddede yağ oranını ortalama 48.1 ± 2.8 olarak % 17 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerde ise 45.5 ± 4.0 olarak belirlemesine karşın bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirlemiştir. Sonuçlar bizim verilerimize yakın bulunmuştur.

Altun²⁵⁴ yapmış olduğu çalışmada +4 °C'de olgunlaştırdığı beyaz peynir numunelerindeki yağ oranını 17.70-19.70 aralıklarında belirlerken +8 °C'de olgunlaştırdığı beyaz peynir örneklerinde ise 18.30-20.80 olarak tespit etmiştir. Bulunan sonuçlar bizim verilerimize yakın olarak bulunmuştur. Ayrıca +8 °C'deki yağ oranı +4 °C'ye göre yüksek tespit edilmiş olup bizim bu çalışmadaki seyirle benzerlik göstermektedir.

Genel olarak çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulgular bazı yazarların sonuçlarından düşük²⁵⁸ bazılarında yüksek^{53,256} olarak tespit edilmiştir. Temel olarak bu tür farklılıkların peynir üretim tekniği, sütün kompozisyonu, starter kombinasyonu gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Peynir numunelerinin protein miktarında olgunlaşma süresince artış şekillenmiştir. Bu durum beyaz peynir örneklerindeki kurumadde içeriğinin olgunlaşma süresinin ilerlemesi ile birlikte yükselmesiyle açıklanabilir. Protein içeriğinin olgunlaşma periyodu boyunca artışı bazı araştırmacıların^{68,254,257,261,267} yapmış olduğu çalışmalarla uyum içindedir.

Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki protein oranları karşılaştırıldığında daha yüksek konsantrasyona sahip salamurada bekletilen peynirlerdeki protein miktarı daha fazladır ve bu faktörün protein miktarına olan etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Salamura konsantrasyonun protein oranını artırdığına dair yapılan çalışmaların^{68,69,251,261} sonuçları bu çalışmada elde ettiğimiz verilere benzerlik göstermektedir. Olgunlaşma periyodunun protein miktarı üzerine olan etkisi önemli tespit edilmiş olup ($p<0.01$) tüm peynir örneklerinde 90 günlük periyod boyunca genel olarak artış gözlemlenmiştir. 4 ve 12 °C sıcaklıklarında farklı salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde protein oranları bakımından en fazla artış 12 °C’de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Olgunlaştırma sıcaklığının peynirdeki protein oranı üzerine etkisi araştırılan bazı çalışmalarda^{253,256,263,272} elde edilen veriler sonuçlarımızla uyumludur.

% 12 konsantrasyonda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinde belirlenen protein oranları Güven ve ark.⁶⁹’nın % 12 konsantrasyona sahip beyaz peynir örneklerinde (13.14-14.78), Bakırcı ve ark.⁶⁸’nın % 11 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerinde (12.27) ve Prasad ve Alvarez²⁴⁹’in % 8 tuz konsantrasyonunda Feta peynirinde tespit ettikleri miktardan (19.08-17.36) düşük bulunmuştur. Güven ve ark.⁶⁹’nın % 16 konsantrasyona sahip beyaz peynir örneklerindeki tespit ettikleri miktardan (13.23-14.93) ve Prasad ve Alvarez²⁴⁹’in % 15 konsantrasyona sahip Feta peyniri örneklerinden düşük (19.14-17.33), Bakırcı ve ark.⁶⁸’nın % 17 salamura

konsantrasyonuna sahip örneklerindeki miktara (12.31) yakın olarak bulunmuştur. % 16 konsantrasyonda olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerinde protein oranı Güven ve ark.⁶⁹'nın % 16 konsantrasyona sahip örneklerde tespit ettikleri (13.23-14.93) ve Prasad ve Alvarez²⁴⁹'in belirledikleri oranlardan düşük (19.14-17.33), Bakırcı ve ark.⁶⁸'nın % 17 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerindeki miktardan (12.31) yüksek olarak tespit edilmiştir.

Sıcaklığın protein oranına olan etkisine bağlı olarak +12 °C'de muhafaza edilen örneklerdeki miktar +4 °C'dekilere göre yüksek tespit edilmiştir. Benzer sonuç Altun²⁵⁴ tarafından +8 °C'de muhafaza ettiği beyaz peynir örneklerindeki tespit ettiği protein oranının (11.80-13.78) +4 °C'de muhafaza ettiklerine göre (10.41-12.33) daha yüksek bulunmasıyla desteklenmiştir.

Peynirlerin tuzlanması, peynir matriksindeki su aktivitesini belirlediği ve bu sayede mikrobiyal gelişimin kontrolü, enzim aktivitesi, olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal değişiklikler ve bu sırada arzu edilen lezzet ve aromayı oluşturması açısından oldukça önemlidir. Peynirlerdeki tuz içeriği türe göre değişmek üzere özellikle Emmental ve Cottage peyniri gibi pıhtısı asitli peynirlerde % 0.5-0.7, Domiati ve Feta tip peynirde ise % 4-6 arasında değişmektedir. Peynirler salamura içerisine yerleştirildiklerinde peynirdeki su ve salamura arasındaki ozmotik basınç sonucu salamuradan peynire net bir Na⁺ ve Cl⁻ taşınması söz konusu olmaktadır. Sonuç olarak su peynir matriksinden ozmotik basınç sağlanıncaya dek uzaklaşmaktadır. Kaybedilen suyun miktarı genel olarak kazanılan tuzun yaklaşık olarak iki katıdır.⁶⁸ Beyaz peynir numunelerinin tuz oranlarında 30. güne kadar bir artış bunu takiben sabit 60. güne kadar sabit veya azalmış, 90. güne doğru ise hafif bir artış gözlemlenmiştir. Yüksek sıcaklık ve salamura konsantrasyonuna sahip örneklerdeki artış diğer gruplara göre daha fazla

olmuştur. Beyaz peynirde tespit edilen tuz oranındaki artış beyaz peynirde yapılan diğer bazı çalışmalarla^{68,69,250,256-,259,261,271,276} paralellik göstermektedir.

Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki tuz oranları karşılaştırıldığında daha yüksek konsantrasyona sahip salamurada bekletilen peynirlerdeki artış daha fazla olmuştur. Elde ettiğimiz veriler farklı konsantrasyonların beyaz veya feta peynirindeki tuz üzerine olan etkisini araştıran çeşitli çalışmalarla^{68,69,248,250,252,255,257,261} uyumludur. Salamurada daha yüksek seviyelerde tuz bulunması tuz absorpsiyonunu artırmakta ve böylelikle peynirdeki tuz/nem oranı yükselmektedir. Peynirdeki nem oranının düşmesiyle tuz miktarında artış olmaktadır.²⁶⁸ Olgunlaşma periyodunun tuz miktarı üzerine olan etkisi çok önemli bulunmuş ($p<0.01$) ve tüm peynir örneklerinde 90 günlük periyod boyunca genel olarak artış gözlemlenmiştir. Bu artış özellikle 30. güne kadar belirgin olarak şekillenmiştir. Daha sonrasında ise sabit veya hafif artışlarla ilerleme kaydetmiştir. Buna gerekçe olarak 30. güne kadar salamura ve peynir örneklerinde nem içeriğinin dengeye gelmeye başlaması düşünülebilir. Bazı yazarlar^{277,278} olgunlaşmanın 14-30. günlerinde tuz penetrasyonun hemen hemen tamamlandığını ileri sürmüşlerdir.

4 ve 12 °C sıcaklıklarında farklı salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde tuz oranları bakımından en fazla artış 12 °C’de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Sıcaklığın tuz oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sıcaklık artışı ile birlikte tespit edilen tuz oranı kısmen doğrudan difüzyonun artmasından kısmen de artan sıcaklıkla birlikte çözilemeyen su azaldıkça protein matriksinin etkili gözeneklerindeki genişliğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.²⁶⁸

Elde ettiğimiz sonuçlar Karaman ve Akalın²⁵⁶,ın belirlediği orandan (1.05-1.92) yüksek, Yılmaz ve Kurdal²⁶⁴,ın (3.37-5.44) ve Tayar²⁵⁹,ın belirlediğinden (4.66-5.12) düşük ve Akalın ve Karaman²⁵⁸,ın belirlediğine (2.17-3.40) yakın bulunmuştur.

Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷ % 5, 10 ve 15 oranında tuzlama yaparak elde ettikleri beyaz peynirlerde tuz oranını sırasıyla 1.58, 2.04 ve 2.54 olarak tespit etmişlerdir. Aynı yazarlar tuz oranının zaman içerisinde değişiklik gösterdiğini farklı miktarda tuz kullanımının ise beyaz peynirlerdeki tuz oranında değişikliğe yol açtığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Bakırcı ve ark.⁶⁸ % 11, 14 ve 17 oranında 3 farklı salamura kullanarak olgunlaştırdıkları peynirlerde tuz oranını sırasıyla % 4.58, 6.55 ve 8.26 olarak tespit etmişlerdir. Olgunlaşma günleri ve salamura konsantrasyonunun peynir örneklerindeki tuz konsantrasyonu üzerine olan etkisinin önemli olduğu aynı çalışmayla ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen beyaz peynir örneklerindeki kurumaddede tuz oranı % 6.69-11.81 aralığında değişmiştir. Türk Gıda Kodeksi Beyaz Peynir Tebliği'nde²⁸ peynirde tuz miktarının en fazla % 6.5 olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre salamura konsantrasyonu farklı olan her iki sıcaklıktaki tuz oranları kodekse göre yüksek olarak bulunmuştur.

+12 °C'de % 12'lik salamurada olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki tuz oranı aynı sıcaklıkta muhafaza edilen % 16'lık salamuradaki tuz oranından düşük diğer parametreye sahip örneklerden yüksek tespit edilmiştir. Sıcaklık artışının +4 °C'de muhafaza edilen örneklere göre tuz miktarında artışa yol açtığı ve tuz üzerine olan etkisinin ise istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) olduğu çalışma sonucunda elde edilmiştir. Altun²⁵⁴ +8 °C'de muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki tuz oranının (8.97-9.84) +4 °C'de depo edilenlere göre (8.40-9.74) daha yüksek bulunduğunu

bildirmiştir. Başka bir çalışmada McMahon ve ark.²⁵⁵ 10 °C’de muhafaza ettikleri Feta peynirinin nem içeriğindeki tuz oranının (% 4.61) 3 °C’de muhafaza edilenlere (% 4.48) göre yüksek bulunduğunu belirtmiştir. Gider²⁵⁰ salamura sıcaklıkları 8 °C ve 24 °C olan ve 4-10 saat süre ile salamura bekletilen tam yağlı peynirlerde tuz oranlarını 8 °C’de 6.54-10.77 olarak 24 °C’de ise 10.726-12.81 olarak belirlemiştir. Bu çalışmalardan elde edilen veriler sıcaklığın tuz oranına üzerine etkisini irdedeğimiz çalışmamızla uyum içindedir.

Beyaz peynir numunelerinin kül oranlarında olgunlaşma süresi boyunca artış tespit edilmiş ve olgunlaşma periyodunun kül miktarı üzerine olan etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Peynirdeki kül miktarı tuz ve mineral maddelerin toplamı olduğundan bu artışın olgunlaşma boyunca salamuradan peynire tuz geçişinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüksek sıcaklık ve salamura konsantrasyonuna sahip örneklerdeki artış diğer gruplara göre daha fazla olmuştur. Beyaz peynirde tespit edilen kül oranındaki artış beyaz peynirde yapılan bazı çalışmalarla^{59,68,254,258,264} uyumlu olarak tespit edilmiştir.

Aynı sıcaklık derecelerinde % 12 ve % 16 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerindeki kül oranları karşılaştırıldığında daha yüksek konsantrasyona sahip salamurada bekletilen peynirlerdeki artış daha fazla olmuştur. Elde ettiğimiz veriler farklı salamura konsantrasyonlarının beyaz veya feta peynirindeki kül üzerine olan etkisini araştıran bazı yazarların^{68,249,257} elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak görülmüştür.

4 ve 12 °C sıcaklıklarında farklı salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde kül oranları bakımından en fazla artış 12 °C’de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Sıcaklığın kül oranına etkisi istatistiksel olarak çok önemli

bulunmuştur ($p<0.01$). Sıcaklık artışı ile birlikte tespit edilen kül oranı beyaz peynir örneklerindeki nem kaybındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Belirlenen % kül miktarları Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷ ve Karaman ve Akalın²⁵⁶,ın tespit ettiği değerden yüksek, Tayar²⁵⁹, Yılmaz ve Kurdal²⁶⁴, Bakırcı ve ark.⁶⁸, Akalın ve Karaman²⁵⁸,nın bulduğu değerlere yakın olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz veriler ile yazarların tespit etmiş oldukları verilerdeki farklılığa üretim şekli, sütün kompozisyonu, starter kombinasyonları, muhafaza koşulları gibi faktörlerin neden olduğu düşünülmektedir.

+12 °C’de % 12’lik salamurada olgunlaştırılan beyaz peynir örneklerindeki kül oranı aynı sıcaklıkta muhafaza edilen % 16’lık salamuradaki kül oranından düşük diğer parametreye sahip örneklerden yüksek tespit edilmiştir. Sıcaklık artışının +4 °C’de muhafaza edilen örneklere göre kül miktarında artışa yol açtığı ve kül üzerine olan etkisinin ise istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu çalışma sonucunda elde edilmiştir. Altun²⁵⁴ +8 °C’de muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki kül oranının (4.25-4.75) +4 °C’de depo edilenlere göre (3.91-4.19) daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Elde edilen veriler yaptığımız çalışmayla paralellik göstermektedir.

Beyaz peynir örneklerinin kimyasal içeriklerindeki belirlenen farklılıkların hammadde sütün asitliği, kullanılan kültür tipi ve oranı, kullanılan CaCl_2 miktarı, olgunlaşma süresi boyunca peynirde canlı kalan starter kültür mikroorganizmaları, uygulanan üretim tekniği, salamura sıcaklığı ve konsantrasyonu, peynir kitlesindeki tuz miktarı, peynirin asitliği, olgunlaşma süresi ve sıcaklığı gibi birçok faktörden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Deneysel olarak üretimi yapılan beyaz peynir örneklerinde TAMB sayısı olgunlaşmanın 30. gününe kadar hızlı bir düşüş göstermiştir. Daha sonra nispeten daha

düşük bir azalma söz konusu olmuştur. Olgunlaşmanın sonraki dönemlerinde gözlemlenen bu daha düşük azalış yeni koşullara adapte olan mikroorganizmaların yavaşta olsa artma eğilimine girdiğini göstermektedir.²⁵⁶ Olgunlaşma sırasında oluşan asidite ve artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bu azalmanın gerçekleştiği söylenebilir. Beyaz peynirlerde TAMB sayısı üzerine olgunlaşma süresinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Peynir örneklerinde gözlemlenen bu azalış birçok çalışmacı^{52,114,254,256,272,276} tarafından bildirilmiştir.

Tüm beyaz örneklerinde görülen TAMB sayısındaki azalma peynir kitlesindeki tuz konsantrasyonu ile de ilişkilidir. Bilindiği gibi birçok bakteri suşunun tuza karşı toleransı oldukça düşüktür.⁵⁴ Genel olarak peynir kitlesine tuz geçişi ile TAMB sayılarındaki azalma eğilimi paralelik göstermektedir.²⁷⁷ Özellikle % 16 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerdeki TAMB sayısı % 12'deki TAMB sayısından düşük çıkmıştır. Salamura konsantrasyonunun TAMB sayısı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer bulgular Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷, Tarakci ve ark.²⁶¹, Kamleh ve ark.²⁸¹ tarafından da bildirilmiştir. Salamura konsantrasyonunun yanısıra sıcaklığın da TAMB sayısı üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Aynı konsantrasyona sahip beyaz peynir örneklerinde düşük sıcaklık termofil ve mezofil bakterilerin gelişimini inhibe ederken sıcaklığın peynirin olgunlaşmasının hızlandırması ve mezofilik-termofilik bakteri sayısının artmasına bağlı olarak TAMB sayısının arttığı düşünülmüştür. Sıcaklığın bu etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sıcaklığın peynir örneklerinde TAMB sayısını artırdığı bazı yazarlar^{263,272,281,282} tarafından da bildirilmiştir.

Elde edilen TAMB sayısı Ceylan ve Demirkaya⁸⁵'nin beyaz peynirde belirledikleri değerden ($4.47 \log_{10}$ kob/g) yüksek, Coşkun ve Öztürk'ün²⁸³ belirledikleri değere ($7.14 \log_{10}$ kob/g), Öner ve ark.⁷'nin belirlediği değere ($7.11 \log_{10}$ kob/g),

Yangılar'ın²⁷⁵ deneysel olarak üretim yaptığı beyaz peynirdeki değere (7.14 log₁₀ kob/g) yakın, Yılmaz ve ark.²⁶⁴'nin tespit ettikleri değerden (7.36 log₁₀ kob/g) düşük olarak bulunmuştur.

Deneysel olarak üretimi yapılan beyaz peynir örneklerinde laktokok bakteri sayısı olgunlaşma periyodu boyunca azalmıştır. Laktokok bakteri sayısındaki bu azalmaya olgunlaşma sırasında oluşan asidite ve artan tuz konsantrasyonunun neden olduğu söylenebilir. Beyaz peynirlerde laktokok bakteri sayısı üzerine olgunlaşma süresinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Peynir örneklerinde laktokok sayılarında gözlemlenen bu azalma Öner ve ark.⁷, Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷ ve Kılıç ve ark.²⁸⁰ tarafından da bildirilmiştir.

Tüm beyaz örneklerinde görülen laktokok bakteri sayısındaki azalma peynir kitlesindeki tuz konsantrasyonu ile de ilişkilidir. Bilindiği gibi birçok bakteri suşunun tuzla karşı toleransı oldukça düşüktür.⁵⁵ Genel olarak peynir kitlesine tuz geçişi ile laktokok bakteri sayılarındaki azalma eğilimi paralellik göstermektedir. Özellikle % 16 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerdeki laktokok bakteri sayısı % 12'deki laktokok bakteri sayısından düşük çıkmıştır. Salamura konsantrasyonunun laktokok bakteri sayısı üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Şekil 4.46'da görüldüğü üzere sıcaklık artışı ile laktokok bakteri sayısında artış şekillenmiştir. Buna karşın laktokok bakteri sayısı üzerine sıcaklığın etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Elde edilen laktokok sayıları Şimşek ve Sağdıç²⁸¹'in Dolaz peynirinde belirledikleri ortalama değerden (5.12) yüksek, Kılıç ve ark.²⁸⁰'nin tespit ettikleri ortalama değerden (8.20) düşük, Öner ve ark.'nın⁷ belirledikleri üst sınırdan (8.14) düşük alt sınıra (6.66) ise yakın olarak bulunmuştur.

Deneyisel olarak üretimi yapılan beyaz peynir örneklerinde laktobasil bakteri sayısı olgunlaşma periyodu boyunca azalmıştır. Artan asitlik ve kurumaddede tuz oranı laktobasillerin peynirden eliminasyonunu hızlandırmaktadır. Tüm beyaz peynir gruplarında gözlemlenen bu azalış Öner ve ark.⁷, Al-Otaibi ve Wilbey²⁵⁷, Yangılar²⁷⁵, Sousa ve Malcata²⁸⁵ ve Agarwal ve ark.²⁸⁶ tarafından da bildirilmiştir. Özellikle % 16 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerdeki laktobasil bakteri sayısı % 12'deki laktobasil bakteri sayısından düşük çıkmıştır. Şekil 4.50'de görüleceği üzere salamura konsantrasyonunun laktobasil bakteri sayısı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Salamura konsantrasyonunun yanısıra sıcaklığın da laktobasil bakteri sayısı üzerine etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Laktobasil bakteri sayısında sıcaklık artışı ile birlikte artış şekillenmiştir.

Belirlenen laktobasil bakteri sayısı Yangılar²⁷⁵'ın (7.28-6.83) ve Öner ve ark.⁷'nin (7.90-6.40) tespit ettiği aralıktan düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılık kullanılan starter kombinasyonu, üretim ve depolama koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Deneyisel olarak üretimi yapılan beyaz peynir örneklerinde maya-küf sayısı 30. güne kadar artmış, daha sonra ise azalma trendi göstermiştir. Artan asitlik ve kurumaddede tuz oranının bu azalmada etkili olduğu düşünülmüştür. Tüm beyaz peynir gruplarında gözlemlenen 30. günden sonraki azalış El Owni ve ark.²⁶³, Yangılar²⁷⁵, Öner ve ark.⁷ ve Tekinşen ve ark.²⁸⁷ tarafından da bildirilmiştir. Özellikle % 16 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerdeki maya-küf sayısı % 12'deki maya-küf sayısından düşük çıkmıştır. Salamura konsantrasyonunun maya-küf sayısı üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Salamura konsantrasyonunun yanısıra 12 °C'de muhafaza edilen peynir örneklerindeki maya-küf sayıları 4 °C sıcaklığında muhafaza edilenlere göre daha düşük çıkmasına rağmen istatistiksel olarak bu fark önemsiz

bulunmuştur ($p>0.01$). Her bir parametreye ait peynirlerde duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklılıklar gözlemlenmesi beyaz peynirlerin salamura içeren kaplara aktarılırken farklı oranlarda maya-küf kontaminasyonuna maruz kalmasıyla açıklanabilir.

Beyaz peynir örneklerinde belirlenen maya-küf sayısı Öner ve ark.⁷ (5.38-4.03), Uğur'un⁷⁶ (5.00) ve Ceylan ve Demirkaya'nın⁸⁵ tespit ettikleri değerden (1.85-4.67) düşük, Yangılar'ın²⁷⁵ belirlediği değere yakın (2.30-1.16) olarak tespit edilmiştir. Bu farklılık kullanılan starter kombinasyonu, salamuranın UV ışık altında bekletilmesi, üretim koşulları ve şeklindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Deneysel olarak üretimi yapılan beyaz peynir örneklerinde *S. aureus* sayısı olgunlaşmanın 1. gününde 10^7 seviyesine yükselmiş, daha sonra ise azalarak 90. günde 10^2 seviyesine düşmüştür. Otlu peynirde *S. aureus* canlılığına dair yapılan bir çalışmada¹⁰⁰ 10^5 kob/ml düzeyinde *S. aureus*'un inokule edilerek çiğ süttten üretimi yapılmış Van Otlu peynirinde *S. aureus* sayısı 15. günden sonra azalmaya başlamış ve olgunlaşmanın 90. gününde 10^2 kob/g seviyesine indiği bildirilmiştir. Başlangıçta 10^7 kob/g seviyelerine çıkan *S. aureus* sayısının sonradan daha düşük seviyelere indiği belirtilmiştir. Elde edilen bu veriler çalışmamızda varılan sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Meyrand ve ark.¹⁹ çiğ süttten üretilmiş Camambert tip peynirlerde üretim sürecinde inokule edilen *S. aureus*'un başlangıç miktarı 10^3 'ten daha fazla olan peynirlerde 22. saatteki miktarın 42 günlük olgunlaşma periyodu sonundaki miktara göre yaklaşık olarak 1 logaritmik azaldığını bildirmişlerdir. Elde edilen sonuç verilerimize yakın olarak bulunmuştur.

Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresinin *S. aureus* sayısı üzerine olan etkisi çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca sayısı

azalan *S. aureus*, olgunlaşmanın hiçbir döneminde tamamen inhibe olmamıştır. Peynir örneklerinde *S. aureus* sayısında gözlemlenen bu azalış birçok çalışmacı (Lindqvist ve ark.⁷², Selçuk⁹⁴, Çolaklar ve ark.⁹⁵, Yücebey ve ark.⁹⁶, Tunç ve ark.⁹⁷, Akkaya ve ark.¹⁰⁰, Vernozy-Rozand ve ark.¹⁰³, Gaya ve ark.¹⁰⁴, Tuckey ve ark.¹⁰⁵, Hamama ve ark.¹⁰⁸, Ünlütürk ve ark.²⁸) tarafından da bildirilmiştir.

Salamura konsantrasyonunun *S. aureus* sayısı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ($p>0.01$) olmasına karşın pH'nın daha düşük seviyelere indiği ve bakteriyosin, hidrojen peroksit, proteolitik enzimler ve laktik asit gibi maddelerin üretimini yapan LAB'ın daha iyi gelişme gösterdiği % 12 salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynir örneklerinde 90. günde gözlemlenen azalış % 16 konsantrasyona sahip örneklerindeki göre ortalama 2 kat daha fazla gerçekleşmiştir. Bu iki grupta gözlemlenen farklı oranlardaki azalış pH'daki değişimden kaynaklanmış olabilir. Nitekim Özer ve ark.¹⁰² Urfa peynirine uygulanan % 12.5'ten % 17.5'e kadar farklı tuz konsantrasyonlarının *S. aureus*'un canlılığı üzerine olan etkisini irdeledikleri bir çalışmada *S. aureus*'un tuz konsantrasyonlarından etkilenmediğini ileri sürmüşlerdir. Benzer bir biçimde Selçuk⁹⁴ yaklaşık 1.2×10^4 adet/ml düzeyinde *S. aureus* suşu ve % 0.5 oranında starter kültür (*Streptococcus lactis* ve *Lactobacillus casei*) katarak yaptığı beyaz peynirleri % 14, 15, 16 ve 17 tuz ihtiva eden pastörize salamura içerisine koyarak 90 gün süreyle olgunlaştırmaya bırakmış ve *S. aureus*'un gelişimi üzerine tuz konsantrasyonlarının önemli bir etkisinin bulunmadığını belirtmiştir. Ünlütürk ve ark.²⁸⁸ salamura konsantrasyonunun *S. aureus* üzerine etkisinin önem durumunu benzer bir biçimde bulduklarını bildirmişlerdir.

Sıcaklığın *S. aureus* sayısı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ancak yüksek sıcaklıkta muhafaza edilen peynir örneklerindeki azalma düşük sıcaklıkta olgunlaştırılanlara göre ortalama 2.5 kat daha fazla görülmüştür. Bu azalışta sıcaklık

artışı ile birlikte gözlemlenen asitlikteki artışın etkili olduğu düşünülmüştür. Nitekim Manchego peynirinin muhafaza sıcaklığının *S. aureus* sayısı üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Gaya ve ark.¹⁰⁴, 10 ve 20 °C’de olgunlaştırılan peynirlerde 5 °C’de olgunlaştırılan peynirlere göre *S. aureus* sayısının sırasıyla 10 ve 100 kez daha az olduğunu bildirmişlerdir. Yine Cretenet ve ark.²⁹³ *Lactococcus lactis*’in varlığında *S. aureus*’un virülans ve metabolizmasının olumsuz olarak etkilendiği ve sıcaklığın 12 °C’ye çıktığında bu farkın belirginleştiğini ileri sürmüştür. *S. aureus*’un gelişiminde gözlemlenen bu durumun pH değişimiyle ilintili olarak ortaya çıkmış olabileceği belirtilmiştir.

S. aureus için peynir matriksi, işleme teknolojisi ve doğasından ötürü oldukça kompleks bir ortam sunmaktadır. Taze, yumuşak, yarı sert ve sert peynir üretiminin ilk 48 saati içerisinde hızlı bir şekilde *S. aureus* çoğalabilmektedir. Normalde bu patojen sütte bulunduğu 3-4 logaritmik birimle hızlı bir şekilde çoğalmakta ve bundan sonra asitlik gelişimiyle birlikte *S. aureus* sayısı azalmaktadır. Buna karşın patojenin çoğalma fazında enterotoksin üretimi gerçekleşirse peynirde uzun bir süre bu toksinler aktif olarak kalmaktadır. Genel olarak küfle olgunlaştırılan, pasta filata veya işlenmiş tip peynirler *S. aureus*’un çoğalması ve SE üretimi için uygun substrat sağlayamamaktadır. Bunun aksine özellikle peynir altı suyu peynirleri yüksek pH ve antagonistik bakteriyel floranın yokluğuna bağlı olarak *S. aureus*’un gelişimi ve SE üretimi açısından uygun ortam oluşturmaktadır.¹⁷³

İmmun bazlı ELISA tekniğiyle yapılan analizlerde beyaz peynirin olgunlaşma aşamalarının hiç birinde SEB’e rastlanılamamıştır. SE tespitinde kullanılan kit 1 ng/ml düzeye kadar yüksek bir hassasiyete sahiptir. Tespit edilen SE dolayısıyla enterotoksin konsantrasyonunun bu seviyeye kadar ulaştığı düşünülebilir. SE seviyesinin düşmesi veya yokluğu SE’lerin tespitinde yaygın olarak kullanılan ELISA gibi immün bazlı

tekniklerin uygulanması sırasında meydana gelen analitik artefaktlardan ileri geldiği şeklinde basitçe açıklanabilir. Ancak LAB'ın üretmiş olduğu proteazların gıda matriksindeki SE veya hücreyle ilişkili SE seviyesinde azalışa yol açtığı bildirilmiştir.²⁹² Aynı zamanda potansiyel proteazları kodlayan genlerin ekspresyonu *S. aureus*'un asit şokunda artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Bu bulgular LAB gibi mikroorganizmaların muhtemelen ekstrasellüler proteaz aktivitesi ile *S. aureus*'la birlikte bulunduğu çevrede belli koşullar altında enterotoksin seviyesinin düşmesine yol açtığını göstermektedir.^{291,292} Özellikle bu proteolitik aktivite ile SE'lerdeki C- ve N- terminal aminoasitlerin kaybının SE'lerin yapısı, süperantijenik ve serolojik aktivitesinin kaybına yol açtığı bildirilmiştir.^{293,294} Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda^{177,217} peynirde *S. aureus*'un gelişimi ve enterotoksin üretiminin başta peynir üretim teknik ve koşulları ve laktik asit starter kültürü kullanımı olmak üzere birçok faktöre bağlı olduğu ileri sürülmüştür. Fermente süt ürünlerinin fermentasyonu sırasında LAB'ın oluşturduğu laktik asit pH'yı azaltmakta ve *S. aureus* gelişimini inhibe etmektedir. *S. aureus*'un SEA, SEB ve SEC üretebilmesi için pH'nın optimuma yakın yani 6.5-7.3 değerleri arasında olması gerektiği bildirilmiştir.²⁹⁵ *S. aureus*'un gelişimini izlediğimiz bu çalışmada pH'nın genel olarak 5'in altında kalmasından ötürü toksin tespitinin yapılamaması bir diğer neden olarak görülebilir. Elde edilen bulgular farklı tipteki peynirlerde SE tespitine yönelik çalışma yapan Otero ve ark.¹⁶, Bachmann ve Spahr¹⁸, Akkaya ve Sancak¹⁰⁰, Ahmed ve ark.¹⁰⁷, Tatini¹⁷⁸, Otero ve ark.²⁹⁶, Stecchini ve ark.²⁹⁷'nin sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

Kompleks bir yapıya sahip gıda numulerinden patojen bakterilerin ekstraksiyonu ve tespiti için yapılan polimeraz zincir reaksiyon (PCR) ve nükleik asit sekans bazlı amplifikasyon (NASBA) hızlı ve güvenilir yöntemler olması açısından oldukça önemlidir. Bu yöntemlerin en önemli avantajları ön zenginleştirmeye gerek

duyulmadan tespit zamanını kısaltma ve yüksek oranda sahip olduğu spesifiteden ötürü mikroorganizmaların identifikasyonunu kolaylaştırmaktır. Bu amaçla gıda numunelerinden patojen bakterilerin PCR uygulamalarında incelenmek üzere ekstraksiyon yapılması için kimyasal (adsorbsiyon ve desorbsiyon, dielektroforez vb.), fiziksel (santrifüj metodu, filtrasyon, flow sitometri, ultrason, vb.), fizikokimyasal (metal hidroksit) ve biyolojik yöntemler (immunoaffinite, bakteriyofaj) geliştirilmiştir.²⁹⁸ Bu yöntemlerden biri olan santrifüj yaptığımız çalışmada kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Ancak bu yöntemin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. PCR uygulamaları ortamda bulunan nükleik asitlerin tespiti temeline dayandığı için hücrelerde canlı veya ölü ayrımı yapılmaksızın pozitif sonuçların belirlenmesine yol açmaktadır. Bunun önüne geçebilmek amacıyla RNA bazlı tespit DNA bazlı tespit yerine kullanılması gerektiği ileri sürülmüştür. RNA bazlı metotlar (örn, RT-PCR) kısa ömürlü bakteriyel mRNA'nın tespitine dayanmakta ve böylelikle DNA yerine hedef mRNA'nın amplifiye edilmesi sayesinde canlı organizmaların varlığını göstermek açısından oldukça etkili bir yöntemdir.²⁹⁹ Masoud ve ark.⁹ Danimarka peynirlerinde *S. aureus*'un akıbetine yönelik yapmış oldukları bir çalışmada peynir örneklerinden *S. aureus*'a ait RNA izole edememişlerdir. Buna karşın bu mikroorganizma grubuna ait DNA izolasyonu yapabilmişlerdir. *S. aureus*'tan 56 gün boyunca DNA izolasyonu yapıldığı aynı çalışmada ortaya konulmuştur. Bizim bu çalışmada kullandığımız RNA ekstraksiyon metodu ile aynı protokolü yürütmüş olmalarına rağmen RNA izolasyonu yapamamalarında başlangıç inokulasyon seviyesi, hücre duvarı parçalamada kullanılan enzim farklılığı ve kullanılan kitlerin spesifitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Elde edilen SEB'e ait gen bölgesinin oran olarak 4 °C'de olgunlaştırılan peynirlerde 12 °C'ye göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak farklı salamura

konsantrasyonlarında SEB'in oransal olarak farklılığı daha düşük düzeyde kalmış % 12 salamura konsantrasyonunda ekspire edilen SEB düzeyi % 16'da ekspire edilen seviyelerden orantısal olarak daha düşük belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta gözlemlenen bu seviye peynir örneklerindeki pH ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca % 12 salamurada olgunlaştırılan peynirlerde belirlenen daha düşük pH, ekspire edilen SEB düzeyini düşürmektedir. Olgunlaşmanın 30 günü SEB'e ait gen bölgesi amplifiye edilirken, enterotoksin üretiminin laktik asit bakterilerinin ekstrasellüler proteaz aktivitesi ve *S. aureus*'un uğramış olduğu asit şokundan kaynaklı olarak gerçekleşmediği düşünülmektedir.^{291,292} Ayrıca *S. aureus*'un enterotoksin üreten gen bölgesinin aktif hale geçebilmesinde pH'nın 6.5 düzeyinde olması gerekmekte²⁹⁶, bu durum ise çalışmada toksin oluşmamasını açıklamaktadır. 30 günlük olgunlaşma süresince ekspire edilen SEB mRNA seviyesinde gözlemlenen azalış pH ve *S. aureus* sayısındaki azalmadan ileri geldiği düşünülmektedir. SEB mRNA seviyelerinde belirlenen bu düşüş Duquenne ve ark.²² tarafından yapılan bir çalışmada yarı sert peynir örneklerinde bulunan *S. aureus*'un SED mRNA seviyesinde de olduğu bildirilmiştir. Cretenet ve ark.²⁹³ yapmış oldukları bir çalışmada *L. lactis*'in peynir matriksindeki *S. aureus*'un agr gen regülatörünü dikkate değer bir biçimde azalttığını bildirmiştir. Bu durumun daha çok pH ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada *S. aureus*'un protein kullanımından sorumlu olan Sec4 gen bölgesinin de benzer bir biçimde *L. lactis*'in varlığından etkilendiği ileri sürülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile deneysel olarak *S. aureus* NCTC 10654 suşu inokule edilmiş pastörize süttten üretimi yapılan beyaz peynirdeki *S. aureus* NCTC 10654 suşunun canlılığına, enterotoksin B üretiminden sorumlu gen bölgesi üzerine ve enterotoksinlere, olgunlaştırma sıcaklığı ve salamura konsantrasyonu gibi iki değişkenin 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca olan kalitatif ve kantitatif etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

S. aureus sayısı 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca azalmıştır. Ancak olgunlaşmanın hiçbir döneminde tespit edilebilir seviyenin altına gerilememiştir. *S. aureus*'un farklı salamura konsantrasyonlarına olan duyarlılığı düşük olarak bulunmuştur. Ancak olgunlaştırma sıcaklığı açısından değerlendirildiğinde yüksek sıcaklıkta muhafaza edilen beyaz peynir örneklerinde 90. gün sonunda gözlemlenen azalış düşük sıcaklıkta muhafaza edilen örneklerle göre yaklaşık 2.5 kat (kob/g) daha fazla olmuştur. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma periyodu boyunca SEB'e rastlanılmamıştır. Bu durumun peynirin üretimi, tipi, doğası ve starter aktivitesi gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Üretimi yapılan beyaz peynir gruplarında sıcaklık ve salamura konsantrasyonunun kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler üzerinde etkisinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Yüksek sıcaklıkta muhafaza edilen peynirlerde kurumadde, yağ, protein, içeriği gibi önemli kalite karakteristikleri miktar olarak düşük sıcaklıkta muhafaza edilen peynir örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca yüksek sıcaklığın düşük sıcaklıkta muhafaza edilen peynirlere göre meydana getirmiş olduğu pH'daki daha fazla düşüş patojen bakterilerin eliminasyonu açısından oldukça önemli bir sonuç olarak belirlenmiştir. Nitekim *S. aureus*'un yüksek sıcaklıkta

muhafaza edilen beyaz peynir örneklerindeki düşüşü bu sonucu desteklemektedir. Ancak muhafaza sıcaklığının diğer patojen bakteriler üzerindeki etkileri araştırılarak muhafaza koşullarına yönelik daha kapsamlı teoremlerin ortaya konulması gerekmektedir. Yüksek olgunlaştırma sıcaklığında gözlemlenen TAMB, laktik asit bakterileri, maya-küf sayısındaki azalış düşük olgunlaştırma sıcaklığına göre daha yüksek olmuştur. Ayrıca salamura konsantrasyonu yükseldikçe beyaz peynir örneklerindeki kurumadde, protein, tuz oranı gibi kimyasal niteliklerin miktarı artarken pH gibi patojen bakterilerin eliminasyonunda oldukça önemli bir faktörün artışına yol açtığı görülmüştür. Bu çalışmaya paralel olarak yürütülecek alternatif çalışmalarla yüksek konsantrasyonda bekletilen beyaz peynir örneklerinin duyuşal niteliklerinde ne tür değişimlerin yaşandığı ortaya konarak ideal konsantrasyonun belirlenmesi yerinde bir araştırma olacaktır. Bu çalışmada kullanılan % 12 salamura konsantrasyonu uygun pH düşüşü sağlaması açısından yeterli bulunmuştur.

Elde edilen RT-PCR sonuçları bu çalışmada kullandığımız mRNA'nın gıda matriksinden ekstraksiyon yönteminin etkili bir biçimde kullanılabileceğini göstermektedir. Özellikle bu yöntemin daha gelişmiş bir yöntem olan DGGE (Denaturing gradient gel electrophoresis) ile kombine bir şekilde kullanımıyla ulusal niteliği sahip peynir çeşitlerinin mikroflora tespiti yürütülebilir. Ayrıca bu florada bulunan bakterilerin canlılığı irdelenebilir.

Beyaz peynirde muhafaza sıcaklığı ve salamura konsantrasyonunun artışı bazı kimyasal özelliklerin miktar olarak artışına sebep olabilmekte ve peynirin kısa sürede standartlara uygun hale gelmesine olanak sağlayabilmektedir. Ancak bu parametrelerin beyaz peynirin kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve fiziksel kalitesi üzerine etkilerinin irdelendiği başka çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Uygulanan farklı sıcaklık

ve salamuranın *S. aureus* bakterisi üzerine etkisi sınırlı düzeyde olmuş, tüm parametrelerde gözlemlenen azalış benzer bulunmuştur. *S. aureus* ile kontamine edilmiş peynirlerde, 90 günlük olgunlaştırmanın *S. aureus* sayısını logaritmik olarak azalttığı belirlenmiş ve enterotoksin üretimi tespit edilememiştir. Starter kullanımının bu azalışta rol oynadığı düşünülmüş ve üretimde kontrollü bir pH düşüşü ve patojen eliminasyonu açısından starter kültür kullanımının önemli olduğu saptanmıştır. Kullanılan olgunlaştırma sıcaklığı ve salamura konsantrasyonu seviyeleri *S. aureus*'un gelişiminde önemli bir farklılığa sebep olamadığı belirlenmiş; peynir üretim tekniğinin farklılığı, peynirin tipi ve doğası, starter kombinasyonu gibi bir takım faktörlerin etkisi altında kullanılan farklı muhafaza koşullarına rağmen çeşitli peynir tiplerinde toksin oluşabileceği düşünülmüştür. Ayrıca işletmelerde imalat öncesi ve sonrası *S. aureus* ile kontaminasyona engel olmak suretiyle uygun koşullarda enterotoksin oluşumunun önüne geçilerek halk sağlığını koruyucu tedbirlerin alınması korunmalıdır. Özellikle düşük derecede çiğ sütün ısıtılıp üretimi yapılan köy tipi beyaz peynirlerin sağım hijyeni, hayvan sağlığı, üretim koşulları gibi faktörlere dikkat edilmediği koşullarda ciddi risk oluşturabilecek zehirlenme vakalarına yol açabileceği düşünülmektedir. Bu açıdan lokal üretim yapan işletme sahiplerini bilinçlendirmek yerinde bir faaliyet olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Özcan T, Erbil F, Kurdal E. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. İçme Sütü, IV. Süt ve Ürünleri Sempozyumu, 31-41, İstanbul, 1998.
2. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Sektörel Araştırmalar, Süt ve Süt Ürünleri Sektörü, 1999: 1-25.
3. The statistics portal. Major cheese producing countries in 2013 (in 1.000 metric tons).
<http://www.statista.com/statistics/195809/cheese-production-in-selected-countries-2009/>
4. Çetinkaya A. *Yöresel Peynirlerimiz*, 1. Baskı. Konya, Uğurer Tarım Kitapları, 2005: 3.
5. Hayaloğlu AA, Güven M, Fox PF. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese. *International Journal of Dairy Science*, 2002, 12: 635-648.
6. Ulusal Süt Konseyi. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri.
http://www.ulusalsutkonseyi.org.tr/kaynaklar/arastirma_dosyalar/2012_06_28_916786.pdf. 15 Nisan 2014.
7. Öner Z, Karahan AG, Aloglu H. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 2006, 39: 449-454.
8. Samouris G, Zdragas A, Vafeas G, Belibasaki S. Survival of pathogens in “Graviera Kritis” cheese made with raw and pasteurized milk. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 2011, 62: 205-211.
9. Masoud W, Vogensen FK, Lillevang S, Abu Al-Soud W, Sørensen SJ, Jakobsen M. The fate of indigenous microbiota, starter cultures, *Escherichia coli*, *Listeria*

- innocua* and *Staphylococcus aureus* in Danish raw milk and cheeses determined by pyrosequencing and quantitative real time (qRT)-PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 2012, 153: 192-202.
10. Balaban N, Rasooly A. Staphylococcal enterotoxins. *International Journal of Food Microbiology*, 2000, 61: 1-8.
 11. Hwang SY, Kim SY, Jang EJ, Kwon NH, Park YK, Koo HC, Jung WK, Kim JM, Park YH. Novel multiplex PCR for the detection of the *Staphylococcus aureus* superantigen and its application on to raw meat isolates in Korea. *International Journal of Food Microbiology*, 2007, 117: 99-105.
 12. Letertre C, Perelle S, Dilasser F, Fach P. Identification of a new putative enterotoxin SEU encoded by the egc cluster of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, 2003, 95: 38-43.
 13. Maguire H, Boyle M, Lewis MJ, Pankhurst J, Wieneke AA, Jacob M, Bruce J, O'Mahony M. A large outbreak of food poisoning of unknown aetiology associated with Stilton cheese. *Epidemiology & Infection*, 1991, 106: 497-505.
 14. Jørgensen HJ, Mathisen T, Løvseth A, Omoe K, Qvale KS, Loncarevic S. An outbreak of staphylococcal food poisoning caused by enterotoxin H in mashed potato made with raw milk. *FEMS Microbiology Letters*, 2005, 252: 267-272.
 15. Noble WC. *Microbiology of Human Skin*, 2nd ed. London, United Kingdom, Lloyd-Luke Ltd.
 16. Otero A, Garcia MC, Garica ML, Santos JA, Moreno B. Behaviour of *Staphylococcus aureus* strains FRI 137 and FRI 361 during the manufacture and ripening of Machego cheese. *International Dairy Journal*, 1988, 31: 85-86.
 17. Anunciacao LLC, Linardi WR, do Carmo LS, Bergdoll MS. Production of staphylococcal enterotoxin in white cheese. Production of staphylococcal

- enterotoxin A in white cheese. *Brazilian Journal of Microbiology*, 1994, 25: 68-71.
18. Bachmann HP, Spahr U. The fate of potentially pathogenic bacteria in Swiss hard and semi hard cheeses made from raw mik. *Journal of Dairy Science*, 1995, 78: 476-483.
 19. Meyrand A, Boutrand-Loei S, Ray-Gueniot S, Mazuy C, Gaspard CE, Jaubert G, Vernozy-Rozand C. Growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* during the manufacture and ripening of Camembert-type cheeses from raw goats' milk. *Journal of applied microbiology*, 1998, 85: 537-544.
 20. Paulin S, Horn B, Hudson JA. <http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/factors-staphylococcal-enterotoxin-dairy.pdf>. 21 Mart 2013.
 21. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete, sayı: 28517, 29 Aralık 2011.
 22. Duquenne M, Fleurot I, Aigle M, Darrigo C, Borezée-Durant E, Derzelle S, Bouix M, Deperrois-Lafarge V, Delacroix-Buchet A. Tool for quantification of staphylococcal enterotoxin gene expression. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, 76: 1367-1374.
 23. Hein I, Lehner A, Rieck P, Klein K, Brandl E, Wagner M. Comparison of different approaches to quantify *Staphylococcus aureus* cells by Real-Time Quantitative PCR and application of this technique for examination of cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 2001, 67: 3122-3126.
 24. Kamber U. Peynirin tarihçesi. *Journal of Turkish Veterinary Medical Association*, 2006, 77: 40-44.
 25. Ünsal A. Süt uyuyunca "Türkiye peynirleri". İstanbul, Yapı Kredi Bankası Yayınları, 1997: 9-23.

26. Hendrickson R. *Talking Turkey: A Food Lover's Guide to the Origins of Culinary Words and Phrases*, 1st ed. China, Skyhorse Publishing, 2014: c-cheese.
27. Vicky R. Cheese. <http://www.moscowfood.coop/archive/cheeses.html>. 27 Mart 2014.
28. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. T.C. Resmî Gazete, sayı: 29261, 8 Şubat 2015.
29. Tekinşen C, Çelik C. Türkiye'de beyaz salamura peynir üretim teknolojisinin başlıca sorunları. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1983, 30: 54-62.
30. Mizushima S, Ohshige K, Watanabe J, Kimura M, Kadowaki T, Nakamura Y, Tochikubo O, Ueshima H. Randomized controlled trial of sour milk on blood pressure in borderline hypertensive men. *American Journal of Hypertension*, 2004, 17: 701-706.
31. Erdoğan A, Baran A, Atasever M. Peynirde mikrobiyel lipolizin oluşumu ve lezzet gelişimine katkısı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2012, 7: 211-219.
32. Fenelon MA, Guinee TP. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*, 1999, 82: 2287-2299.
33. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. *Fundamentals of Cheese Science*, 1st ed. Gaithersburg, Aspen Publishers, 2000: 19-44.
34. Lobos-ortega I, Revilla I, Gonzalez-Martín MI, Hernández-Hierro JM, Vıvar-Quintana A, González-Pérez C. Conjugated linoleic acid contents in cheeses of different compositions during six months of ripening. *Czech Journal of Food Science*, 2012, 30: 220-226.

35. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Milk and dairy products in human nutrition*, 2013: 103-161.
36. Tomé D, Bos C, Mariotti F, Gaudichon C. Protein quality and FAO/WHO recommendations. *Sciences des Aliments*, 2002, 22: 393-405.
37. Bachmann HP, Bütikofer U, Sieber R. The presence of bioactive peptides in cheese. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 2003, 94: 136-154.
38. Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y. Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Ruminant Research*, 2008, 79: 57-72.
39. National Research Council (US) Food and Nutrition Board. *Recommended dietary allowances*, 1989: 174-184.
40. Lucas A, Rock E, Chamba JF, Verdier-Metz I, Brachet P, Coulon JB. Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest. *Lait*, 2006, 86: 21-41.
41. Trujillo AJ, Royo C, Ferragut V, Guamis B. Ripening profiles of goat cheese produced from milk treated with high pressure. *Journal of Food Science*, 1999, 64: 833-837.
42. Heyman MB. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*, 2006, 118: 1279-1286.
43. Sieber R, Stransky M, de Vrese M. Lactose intolerance and consumption of milk and dairy products. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 1997, 36: 375-393.
44. Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmüller K. Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 2008, 88: 389-405.

45. Codex. Codex General Standard for Cheese, A-6-1978, 2003.
46. Hayaloglu AA, Guven M, Fox PF. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*, 2002, 12: 635-648.
47. Ozer B, Kirmaci HA, Hayaloglu AA, Akcelik M, Akkoc N. The effects of incorporating wild-type strains of *Lactococcus lactis* into Turkish white-brined cheese (Beyaz peynir) on the fatty acid and volatile content. *International Journal of Dairy Technology*, 2011, 64: 494-501.
48. Aksoydan M. Beyaz Peynirle İşlenen Sütlerde Protein-Yağ Oranlarının ve Olgunlaşmanın Peynirde Kalite ve Randımana Etkileri. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 1996.
49. Hayaloglu AA, Özer BH, Fox PF. Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. *Dairy Science & Technology*, 2008, 88: 225-244.
50. Kaynar P. Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 2011, 41: 1-8.
51. Çelik Ş, Uysal Ş. Beyaz Peynirin bileşim, kalite, mikroflora ve olgunlaşması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009, 40: 141-151.
52. Halkman AK, Taşkın Y. Süt ürünleri endüstrisinde starter kültür. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 2001, 10: 13-18.
53. Atasever M, Ceylan ZG, Alisharli M. Changes in the sensory, microbiological and compositional properties of Turkish white cheese during ripening. *Acta Alimentaria*, 2002, 31: 319-326.
54. Topcu A, Saldamli I. Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 2006, 9: 665-678.

55. Güler Z, Uraz T. Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste-odour) of traditional Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 2004, 57: 237-242.
56. Tekinşen OC, Tekinşen KK. *Süt ve Süt Ürünleri: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü*, Konya, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 2005.
57. Karakuş M, Borcakli M, Alperden I. Beyaz peynirin olgunlaşması sürecinde laktik asit bakterileri. *Gıda*, 1992, 17: 363-369.
58. Durlu-Ozkaya F, Xanthopoulos V, Tunail N, Litopoulou-Tzanetaki E. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewes' milk. *Journal of Applied Microbiology*, 2001, 91: 861-870.
59. Dağdemir E, Çelik Ş, Özdemir S. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 2003, 56: 215-218.
60. Hayaloglu AA, Guven M, Fox PF, McSweeney PLH. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 2006, 89: 2353-2353.
61. Göncüoğlu M, Bilir Ormancı FS, Kasımoğlu Doğru A. Beyaz peynir üretiminde *Enterococcus faecium*'un starter kültür olarak kullanılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2009, 56: 249-254.
62. Yilmaztekin M, Ozer BH, Atasoy F. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white-brined cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2004, 55: 53-60.
63. Fox PF. Proteolysis During Cheese Manufacture and Ripening. *Journal of Dairy Science*, 1989, 72: 1379-1400.

64. Üçüncü M. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi*. İzmir, Meta Basım Matbaacılık, 2004: 545.
65. Çepoğlu F, Güler-Akın MB. Effects of coagulating enzyme types (commercial calf rennet, *Aspergillus niger* var. *awamori* as recombinant chymosin and *Rhizomucor miehei* as microbial rennet) on the chemical and sensory characteristics of white pickled cheese. *African Journal of Biotechnology*, 2013, 12: 5588-5594.
66. Guinee TP, Salting and role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 2004, 57: 99-109.
67. Yıldız F, Kocak C, Karacabey A, Gursel A, Türkiye'de kaliteli salamura Beyaz peynir üretim teknolojisinin belirlenmesi. *Doğa. Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 1989, 13: 384-392.
68. Bakirci I, Kavaz A, Macit E. Effect of different brine concentrations and ripening period on some quality properties of Turkish white pickled cheese. *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10: 11925-11931.
69. Guven M, Yerlikaya S, Hayaloglu AA. Influence of salt concentration on the characteristics of Beyaz cheese, a Turkish white-brined cheese. *Le Lait*, 2006, 86: 73-81.
70. Tunçtürk Y, Andiç S, Ocak E. Homojenizasyon ve pastörizasyonun beyaz peynir ve peyniraltı suyu bileşimine etkisi. *Gıda*, 2010, 35: 339-345.
71. Doğruer Y, Gürbüz Ü, Nizamlıoğlu M. Potasyum sorbatın beyaz peynirin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1996, 1: 109-116.

72. Lindqvist R, Sylve'n S, Vagsholm I. Quantitative microbial risk assessment exemplified by *Staphylococcus aureus* in unripened cheese made from raw milk. *International Journal of Food Microbiology*, 2002, 78: 155-170.
73. Temelli S, Anar Ş, Sen C, Akyuva P. Determination of microbiological contamination sources during Turkish white cheese production. *Food Control*, 2006, 17: 856-861.
74. Kurşun Ö, Güner A, Kırdar SS, Kale A. Burdur'da tüketime sunulan beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, 2008.
75. Akcan Kale AS. Burdur Yöresinde Tüketime Sunulan Taze Beyaz Peynirlerde *Brucella* spp. Varlığı. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2009.
76. Uğur A. Muğla halk pazarında satışa sunulan ev yapımı peynirlerin mikrobiyolojik özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, 2001, 40: 3-8.
77. Şener A, Celasin N. Bacterial contamination in fresh white cheeses sold in bazaars. Canakkale, Turkey. *International Food Research Journal*, 2013, 20: 1469-1472.
78. Urhan G. Ankara'da Çeşitli Kaynaklardan Satın Alınan Beyaz Peynirlerin Mikrobiyolojik Kalite Kontrolü Üzerinde Araştırmalar. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2012.
79. Gülmez M, Güven A. Beyaz ve çeçil peynirlerinde *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Listeria* türlerinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2001, 7: 155-161.

80. Gülmez M, Güven A, Çetinkaya A. Karsta tüketime sunulan taze ve salamura beyaz peynirlerin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2001, 7: 55-62.
81. Akkaya L, Alişarlı M. Afyonkarahisar’da tüketime sunulan peynirlerde *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* türlerinin varlığının belirlenmesi. *YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2006, 17: 87-91.
82. Citak S, Gundogan N, Alas ZT. Incidence and antimicrobial resistance of *Bacillus cereus* isolated from Turkish white cheese and ice-cream samples. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 2010, 65: 52-55.
83. Aytac SA, Ozbas ZY. Isolation of *Yersinia enterocolitica* from Turkish Pickled White Cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 1992, 47: 60-61.
84. Aygun O, Pehlivanlar S. *Listeria* spp. in the raw milk and dairy products in Antakya, Turkey. *Food Control*, 2006, 17: 676-679.
85. Ceylan ZG, Demirkaya AK. Erzurum piyasasından temin edilen salamura beyaz peynirlerde *Listeria monocytogenes* varlığı ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007, 38: 137-141.
86. Öztürkoğlu Ş, Gürakan GC, Alpas H. Behavior and control of *Listeria innocua* during manufacture and storage of Turkish White Cheese. *European Food Research and Technology*, 2006, 222: 614-621.
87. Yıldırım Y, Sarımehtetoğlu B. Beyaz Peynir yapımında bazı probiyotik bakterilerin kullanılmasının *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2006, 3: 1-7.
88. Kalkan A, Tansu-Aktan H, Kamber U, Ülgen MT, Mutluer B. Beyaz peynirlerde koliform bakterilerin (*E. coli* ve *K. pneumoniae*) bulunuşu üzerinde araştırma. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1991, 38: 108-113.

89. Keskin Y, Özyaral O, Başkaya R, Susur MA. Semt pazarlarında satılan beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 2006, 36: 9-19.
90. Dülger B, Gücin F. Bursa’da satışa sunulan taze beyaz peynirlerden izole edilen koliform grubu bakterilerin tanılanması. *Ekoloji Dergisi*, 1999, 8: 17-20.
91. Gümüşsoy GF, Gönülalan Z. Kayseri ilinde köy pazarlarında satılan taze peynirlerde enterohemorajik *E. Coli* O157:H7 suşunun araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2005, 14: 13-19.
92. Küçükçetin A, Milci S. *Staphylococcus aureus* ile kontamine olan peynirlerden kaynaklanan gıda zehirlenmeleri. *Gıda*, 2008, 33: 129-135.
93. Unluturk, A, Ucuncu, M, Turantas F, Ozturk GF. Survival of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in Turkish white cheese. *Chemie Mikrobiologie Technologie Der Lebensmittel*, 1994, 16: 3-7.
94. Selçuk N. Beyaz Peynir Üretiminde Starter Kültür İlavesinin, Değişik Salamura Konsantrasyonlarının ve Olgunlaşma Sürelerinin *Staphylococcus aureus*’un Çoğalmasına Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 1991.
95. Çolaklar M. *Lactobacillus plantarum*un Beyaz Peynirlerde *Staphylococcus aureus* Gelişimi Üzerine Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2012.
96. Yücebey M. *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus brevis*in Beyaz Peynirlerde *Staphylococcus aureus* Gelişimi Üzerine Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2012.

97. Tunç K, Hoş A. Investigation of survival of *Staphylococcus aureus* during maturing of white cheese. *Turkish Journal of Science & Technology*, 2012, 7: 55-60.
98. FDA. *Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods: A Report of the Institute of Food Technologists for the Food and Drug Administration of the US Department of Health and Human Services*, 2001: 12-18.
99. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Milk and dairy products in human nutrition*, 2013: 103-161.
100. Akkaya L, Sancak YC. Growth abilities and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains in herby cheese. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 2007, 51: 401-406.
101. Masatcioğlu TM, Avsar YK. Effects of flavorings, storage conditions, and storage time on survival of *Staphylococcus aureus* in Surk cheese. *Journal of Food Protection*, 2005, 68: 1487-1491.
102. Ozer HB, Uraz G, Beyzi-Yilmaz E, Atasoy AF. The effects of brine concentration and scalding on survival of some pathogens in urfa cheese: a traditional white-brined turkish cheese. *International Journal of Food Science & Technology*, 2004, 39: 727-735.
103. Vernozy-Rozand C, Meyrand A, Mazuy C, Delignette-Muller ML, Jaubert G, Perrin G, Lapeyre C, Richard Y. Behaviour and enterotoxin production by *Staphylococcus aureus* during the manufacture and ripening of raw goats' milk lactic cheeses. *Journal of Dairy Research*, 1998, 65: 273-281.
104. Gaya P, Medina M, Bautista L and Nuñez M. Influence of lactic starter inoculation, curd heating and ripening temperature on *Staphylococcus aureus*

- behaviour in Manchego cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 1988, 6: 249-257.
105. Tuckey SL, Stiles ME, Ordal ZJ, Witter LD. Relation of cheese-making operations to survival and growth of *Staphylococcus aureus* in different varieties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 1964, 47: 604-611.
 106. Hasalliu R, Elvira B, Jorinda T. The influence of storage temperature of cheese on the incidence of *Staphylococcus aureus* in some markets in Albania. *Research Journal of Agricultural Science*, 2009, 41: 270-273.
 107. Ahmed AAH, Moustafa MK, Marth EH. Growth and survival of *Staphylococcus aureus* in Egyptian Domiati cheese. *Journal of Food Protection*, 1983, 46: 412-415.
 108. Hamama A, El Hankouri N, El Ayadi M. Fate of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in the presence of nisin producing *Lactococcus lactis* strain during manufacture of Iben, Moroccan traditional fresh cheese. *International Dairy Journal*, 2002, 12: 933-938.
 109. Santos EC, Genigeorgis C. Survival and growth of *Staphylococcus aureus* in commercially manufactured Minas cheese. *Journal of Food Protection*, 1981 44: 177-184.
 110. Delbes C, Alomar J, Chougui N, Martin J-F, Montel M-C. *Journal of Food Protection*, 2006, 69: 2161-2167.
 111. Yücel N, Anıl Y. Çiğ süt ve peynir örneklerinden *Staphylococcus aureus* ve koagülaz negatif stafilokokların identifikasyonu ve antibiyotik duyarlılığı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 2011, 68: 73-78.

112. Bingöl EB, Çetin B, Çolak H, Hampikyan H. Presence of enterotoxin and verotoxin in Turkish cheeses sold in İstanbul. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 2012, 36: 424-432.
113. Gökmen M, Gürbüz Ü, Torlak E, İnal M. Identification of *Staphylococcus* spp. isolated in different production stages of white cheese and detection of enterotoxin. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2013, 6: 7-11.
114. Sancak YC, Alisharlı M, Akkaya L. Otlı Peynirlerde Enterotoksijenik *Staphylococcus aureus* Suşları ve Enterotoksin Varlığı Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2006, 9: 218-225.
115. Balaban N, Rasooly A. Review-Staphylococcal enterotoxins. *International Journal of Food Microbiology*, 2000, 61: 1-10.
116. Hennekinne JA, De Buyser ML, Dragacci S. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiology Reviews*, 2012, 36: 815-836.
117. Do Carmoa LS, Diasb RS, Linardic VR, De Senad MJ, Dos Santose DA, De Fariaf ME, Penaf EC, Jettg M, Heneineh LG. Food poisoning due to enterotoxigenic strains of *Staphylococcus* present in Minas cheese and raw milk in Brazil. *Food Microbiology*, 2002, 19: 9-14.
118. Ostyn A, De Buyser ML, Guillier F, Groult J, Félix B, Salah S, Delmas G, Hennekinne JA. First evidence of a food poisoning outbreak due to staphylococcal enterotoxin type E, France. *Eurosurveillance*, 2009, 15: 1-4.
119. Wieneke AA, Roberts D, Gilbert RJ. Staphylococcal food poisoning in the United Kingdom, 1969-1990. *Epidemiology and Infection*, 1993, 110: 519-531.

120. Di pinto A, Forte1 VT, Ciccarese G, Conversano MC, Tantillo GM. Comparison of reverse passive latex agglutination test and immunoblotting for detection of staphylococcal enterotoxin a and b. *Journal of Food Safety*, 2004, 24: 231-238.
121. Bergdoll MS. Staphylococcal food poisoning. In: Cliver DO (ed). *Foodborne Diseases*, 1st ed. San Diego, Academic Press, 1990: 85-106.
122. Bergdoll MS. The enterotoxins. In: J Cohen (ed). *The Staphylococci*, 1st ed. New York, Wiley-Int. Press, 1972.
123. Tamarapu S, McKillip JL, Drake M. Development of a multiplex polymerase chain reaction assay for detection and differentiation of *Staphylococcus aureus* in dairy products. *Journal of Food Protection*, 2001, 64: 664-668.
124. Qi Y, Miller KJ. Effect of low water activity on staphylococcal enterotoxin A and B biosynthesis. *Journal of Food Protection*, 2000, 63: 473-478.
125. European Food Safety Authority. *The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006*. 2007, 130: 1-310.
126. Auckland Regional Public Health Service. Staphylococcal Food Poisoning a foodborne illness carried by people.

<http://www.arphs.govt.nz/Portals/0/Health%20Information/Communicable%20Disease/Food%20borne%20illness/Staph%20aureus/Staphylococcal.pdf>.

19 Mayis 2014.
127. Ogston A. On abscesses. *Review of Infectious Diseases*, 1984, 6: 122-128.
128. Evans AS. *Bacterial Infections of Humans: Epidemiology and Control*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1998.

129. Altemeier WA, Lewis SA, Bjornson H, Staneck JL, Schlievert PM. Staphylococcus in Toxic Shock Syndrome and Other Surgical Infections: Development of New Bacteriophages. *Archives Surgery*, 1983, 118: 281-284.
130. Skinner D, Keefer CS. Significance of bacteremia caused by *staphylococcus aureus*: a study of one hundred and twenty-two cases and a review of the literature concerned with experimental infection in animals. *Archives of Internal Medicine*, 1941, 68: 851-875.
131. Altemeier WA, Lewis S, Brackett K. The versatile staphylococcus. *The staphylococci*. 1st ed. Aberdeen, Aberdeen University Press, 1981: 125-148.
132. Dack GM, Cary WE, Woolpert O, Wiggers H. *American Journal of Preventive Medicine*, 1930, 4: 167-175.
133. Foodborne Microbial Pathogens: Mechanisms and Pathogenesis. In: Arun K (ed). *Staphylococcus aureus*, 1st ed. Bhunia, Springer-Verlag Press, 2008: 296.
134. Kloos WE, Schleifer KH. Genus IV – Staphylococcus Rosenbach 1884. In: Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME (eds). *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology*, Baltimore, Williams and Wilkins, 1986, 75: 121.
135. Kloos WE, Bannerman TL. Update on clinical significance of coagulase-negative staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*, 1994, 7: 117-140.
136. Wilkinson BJ. Biology. In: Crossley KB, Archer GL (eds). *The Staphylococci in Human Diseases*, 2nd ed. London, Churchill Livingstone, 1997: 1-38.
137. Kloos WE, Musselwhite MS. Distribution and persistence of Staphylococcus and Micrococcus species and other aerobic bacteria on human skin. *Journal of Applied Microbiology*, 1975, 30: 381-385.

138. Rosenstein R, Götz F. What distinguishes highly pathogenic staphylococci from medium-and non-pathogenic? *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 2013, 358: 33-89.
139. *Staphylococcus aureus*

<http://www.microbiologyinpictures.com/staphylococcus%20aureus.html>.30 Mays 2014.
140. European Commission, Health & Consumer Protection. *Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on staphylococcal enterotoxins in milk products, particularly cheeses*. 2003, 61: 1-41.
141. Lindsay JA, Holden MT. *Staphylococcus aureus*: superbug super genome? *Trends in Microbiology*, 2004, 12: 378-385.
142. Plata K, Rosato AE, Wegrzyn G. *Staphylococcus aureus* as an infectious agent: overview of biochemistry and molecular genetics of its pathogenicity. *Acta Biochimica Polonica*, 2009, 56: 597.
143. Lindsay JA, Moore CE, Day NP, Peacock SJ, Witney AA, Stabler RA, Husain SE, Butcher PD, Hinds J. Microarrays reveal that each of the ten dominant lineages of *Staphylococcus aureus* has a unique combination of surface-associated and regulatory genes. *Journal of Bacteriology*, 2006, 188: 669-676.
144. Foster TJ, O'Reilly M, Phonimdaeng P, Cooney J, Patel AH, Bramley AJ. Genetic studies of virulence factors of *Staphylococcus aureus*- Properties of coagulase and gamma-toxin, alpha-toxin, beta-toxin and protein A in the pathogenesis of *S. aureus* infections. In: Novick RP (ed). *Molecular Biology of Staphylococci*. New York, VCH Publishing, 1990: 403-420.

145. Lindsay J, Foster SJ. Interactive regulatory pathways control virulence determinant production and stability in response to environmental conditions in *Staphylococcus aureus*. *Molecular Genetics and Genomics*, 1999, 262: 323-331.
146. Harris LG, Foster SJ, Richards RG. An introduction to *Staphylococcus aureus* and techniques for identifying and quantifying *S. aureus* adhesins in relation to adhesion to biomaterials: review. *European Cells and Material*, 2002, 4: 39-60.
147. Cheung AL, Eberhardt K, Chung E, Yeaman MR, Sullam PM, Ramos M, Bayer AS. Diminished virulence of a sar-/agr- mutant of *Staphylococcus aureus* in the rabbit model of endocarditis. *Journal of Clinical Investigation*, 1994, 94: 1815-1822.
148. Chan PF, Foster SJ. Role of SarA in virulence determinant production and environmental signal transduction in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Bacteriology*, 1998, 180: 6232- 6241.
149. Giraudo AT, Calzolari A, Cataldi AA, Bogni C, Nagel R. The sae locus of *Staphylococcus aureus* encodes a two-component regulatory system. *FEMS Microbiology Letters*, 1999, 177: 15-22.
150. Betley MJ, Mekalanos JJ. Staphylococcal enterotoxin is encoded by phage. *Science*, 1985, 229: 185-187.
151. Shafer WM, Iandolo JJ. Chromosomal locus for staphylococcal enterotoxin B. *Infection and Immunity*, 1978, 20: 273-278.
152. Fitzgerald JR, Monday SR, Foster TJ, Bohach GA, Hartigan PJ, Meaney WJ, Smyth CJ. Characterization of a putative pathogenicity island from bovine *Staphylococcus aureus* encoding multiple superantigens. *Journal of Bacteriology*, 2001, 183: 63-70.

153. Novick RP. Pathogenicity factors and their regulation. In Fischetti VA, Novick RP, Ferretti JJ, Portnoy DA, Rood JI (eds). *Gram-positive pathogens*. Washington, ASM Press, 2000: 392-407.
154. Tremaine MT, Brockman DK, Betley MJ. Staphylococcal enterotoxin A gene (sea) expression is not affected by the accessory gene regulator (agr). *Infection and Immunity*, 1993, 61: 356-359.
155. Le Loir Y, Baron F, Gautier M. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genetics and Molecular Research*, 2003, 2: 63-76.
156. Stewart CM. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins. In: Hocking AD (ed). *Foodborne microorganisms of public health significance*, 6th ed. Australian Institute of Food Science and Technology, Sydney, (NSW Branch) Food Microbiology Group, 2003: 359-380.
157. Martin SE, Myers ER. *Staphylococcus aureus*. In: YH Hiu, JR Gorham, KD Murrell, DO Cliver (eds). *Foodborne Disease Handbook, Diseases Caused by Bacteria*. New York, Marcel Dekker, 1994: 345-394.
158. Jay JM. Staphylococcal gastroenteritis. In: Jay JM (ed). *Modern Food Microbiology*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1992: 455-478.
159. Kennedy J, Blair IS, McDowell DA, Bolton DJ. An investigation of the thermal inactivation of *Staphylococcus aureus* and the potential for increased thermotolerance as a result of chilled storage. *Journal of Applied Bacteriology*, 2005, 99: 1229-1235.
160. Bergdoll MS. *Staphylococcus aureus*. In: Doyle MP (ed). *Foodborne bacterial pathogens*. New York, Marcel Dekker, 1989: 463-523.

161. Ertas N, Gonulalan Z, Yildirim Y, Kum E. Detection of *Staphylococcus aureus* enterotoxins in sheep cheese and dairy desserts by multiplex PCR technique. *International Journal of Food Microbiology*. 2010, 142: 74-77.
162. Sutherland JP, Bayliss AJ, Roberts TA. Predictive modelling of growth of *Staphylococcus aureus*: the effects of temperature, pH and sodium chloride. *International Journal of Food Microbiology*, 1994, 21: 217-236.
163. Notermans S, Van Hoeij K. The food safety file: *Staphylococcus aureus*. *Woerden: Food Doctors*, 2008, 39.
164. Aoyama K, Takahashi C, Yamauchi Y, Sakai F, Igarashi H, Yanahira S, Konishi H. Examination of *Staphylococcus aureus* survival and growth during cheese-making process. *Journal of the Hygienic Society of Japan*, 2008, 49: 116-120.
165. Smith JL, Buchanan RL, Palumbo SA. Effect of food environment on staphylococcal enterotoxin synthesis: a review. *Journal of Food Protection*, 1983, 46: 545-555.
166. Charlier C, Cretenet M, Even S, LeLoir Y. Interactions between *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria: An old story with new perspectives. *International Journal of Food Microbiology*, 2009, 131: 30-39.
167. Medved'ová A, Valík L, Studeničová A. The effect of temperature and water activity on the growth of *Staphylococcus aureus*. *Czech Journal of Food Sciences*, 2009, 27: 28-35.
168. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. Staphylococcal gastroenteritis. In: Jay J (ed). *Modern Food Microbiology*, 7th ed. USA, Springer Science & Business Media, 2005: 545-548.
169. Genigeorgis CA. Present state of knowledge on staphylococcal intoxications. *International Journal of Food Microbiology*, 1989, 9: 327-360.

170. Belay N, Rasooly A. *Staphylococcus aureus* growth and enterotoxin A production in an anaerobic environment. *Journal of Food Protection*, 2002, 65: 199-204.
171. Black EP, Huppertz THM, Kelly AL, Fitzgerald GF. Baroprotection of vegetative bacteria by milk constituents: a study of *Listeria innocua*. *International Dairy Journal*, 2007, 17: 104-110.
172. Erkmen O, Karataş Ş. Effect of high hydrostatic pressure on *Staphylococcus aureus* in milk. *Journal of Food Engineering*, 1997, 33: 257-262.
173. Arques JL, Rodriguez E, Nunez M, Medina M. Antimicrobial activity of nisin, reuterin, and the lactoperoxidase system on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in cuajada, a semi solid dairy product manufactured in Spain. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91: 70-75.
174. Pozo JL, Rouse MS, Mandrekar JN, Sampedro MF, Steckelberg JM, Patel R. Effect of electrical current on the activities of antimicrobial agents against *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Staphylococcus epidermidis* biofilms. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2009, 53: 35-40.
175. Conner-Kerr T, Alston G, Stovall A, Vernon T, Winter D, Meixner J, Kute T. The effects of low-frequency ultrasound (35 kHz) on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in vitro. *Ostomy Wound Manage*, 2010, 56: 32-42.
176. Martínez B, Obeso JM, Rodríguez A, García P. Nisin-bacteriophage corresponsance in *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, 122: 253-258.
177. Haines WC, Harmon LG. Effect of selected lactic acid bacteria on growth of *Staphylococcus aureus* and production of enterotoxin. *Journal of Applied Microbiology*, 25: 436-441.

178. Tatini SR, Wesala WD, Jezeski JJ, Morris HA. Production of staphylococcal enterotoxin A in Blue, Brick, Mozzarella, and Swiss cheeses. *Journal of Dairy Science*, 1973, 56: 429-435.
179. de Oliveira CEV, Stamford TLM, Neto NJG, de Souza EL. Inhibition of *Staphylococcus aureus* in broth and meat broth using synergies of phenolics and organic acids. *International Journal of Food Microbiology*, 2010, 137: 312-316.
180. Tatini SR. Influence of food environments on growth of *Staphylococcus aureus* and production of various enterotoxins. *Journal of Milk and Food Technology*, 1973, 36: 559-563.
181. Galindo-Cuspinera V, Westhoff DC, Rankin SA. Antimicrobial properties of commercial annatto extracts against selected pathogenic, lactic acid, and spoilage microorganisms. *Journal of Food Protection*, 2003, 66: 1074-1078.
182. Kim KY, Davidson PM, Chung HJ. Antibacterial activity in extracts of *Camellia japonica* L. petals and its application to a model food system. *Journal of Food Protection*, 2001, 64: 1255-1260.
183. Tayel AA, El-Tras WF, Moussa S, El-Baz AF, Mahrous H, Salem MF, Brimer L. Antibacterial action of zinc oxide nanoparticles against foodborne pathogens. *Journal of Food Safety*, 2011, 31: 211-218.
184. Bello CSS, Qahtani A. Pitfalls in the routine diagnosis of *Staphylococcus aureus*. *African Journal of Biotechnology*, 2006, 4: 83-86.
185. Mugalu JNM, Kiguli S, Kaddu-Mulindwa DH. Aetiology, risk factors and immediate outcome of bacteriologically confirmed neonatal septicaemia in Mulago hospital, Uganda. *African Journal of Health Sciences*, 2006, 6: 120-126.

186. Anyanwu NCJ, John WC. Conventional and rapid methods for identification of *Staphylococcus aureus* from clinical specimens. *Scientific Journal of Microbiology*, 2013, 2: 174-178.
187. Bennett RW, Monday SR. *Staphylococcus aureus*. In: Miliotis MD, Bier JW (eds). *International handbook of foodborne pathogens*. New York, CRC Press, 2003: 53-71.
188. U.S. Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071429.htm>. 22 Mayıs 2014.
189. Su YC, Wong ACL. Current perspectives on detection of staphylococcal enterotoxins. *Journal of Food Protection*, 1997, 60: 195-202.
190. Bennett RW. Current concepts in the rapid identification of staphylococcal enterotoxin in foods. *Food Testing and Analysis*, 1998, 4: 16-18.
191. Moroni P, Pisoni G, Cremonesi P, Castiglioni B. *Staphylococcus aureus*. In: Liu D (ed). *Molecular detection of foodborne pathogens*. New York, CRC Press, 2009: 243-258.
192. Schmitz FJ, Steiert M, Hofmann B, Verhoef J, Hadding U, Heinz HP, Kohrer K. Development of a multiplex-PCR for direct detection of the genes for enterotoxin B and C and toxic shock syndrome toxin- 1 in *Staphylococcus aureus* isolates. *Journal of Medical Microbiology*, 1998, 47: 335-340.
193. Devriese LA. Staphylococci in healthy and diseased animals. *Journal of Applied Microbiology*, 1990, 69: 71-80.
194. Dinges MM, Orwin PM, Schlievert PM. Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology Reviews*, 2000, 3: 16-34.

195. Supersac G, Prevost G, Piemont Y. Sequencing of leucocidin R from *Staphylococcus aureus* P83 suggests that staphylococcal leucocidins and gamma-hemolysin are members of a single, two-component family of toxins. *Infection and Immunity*, 1993, 61: 580-587.
196. Jett M, Brinkley W, Neill R, Gemski P, Hunt R. *Staphylococcus aureus* enterotoxin B challenge of monkeys: correlation of plasma levels of arachidonic acid cascade products with occurrence of illness. *Infection and Immunity*, 1990, 58: 3494-3499.
197. Scheuber PH, Golecki JR, Kickhofen B, Scheel D, Beck G, Hammer DK. Cysteinyl leukotrienes as mediators of staphylococcal enterotoxin B in the monkey. *Journal of Clinical Investigation*, 1987, 17: 455-459.
198. Hu DL, Zhu G, Mori F, Omoe M, Wakabayashi K, Kaneko S, Shinagawa K, Nakane A. Staphylococcal enterotoxin induces emesis through increasing serotonin release in intestine and it is downregulated by cannabinoid receptor 1. *Cellular Microbiology*, 2007, 9: 2267-2277.
199. Ortega E, Abriouel H, Lucas R, Galvez A. Multiple roles of *Staphylococcus aureus* enterotoxins: pathogenicity, superantigenic activity, and correlation to antibiotic resistance. *Toxins*, 2010, 2: 2117-2131.
200. Sheehan DG, Jarvis HR, Takeuchi A, Sprinz H. The effect of staphylococcal enterotoxin on the epithelial mucosa substance of the small intestine of rhesus monkeys. *American Journal of Pathology*, 1970, 60: 1-18.
201. Hamad AR, Marrack P, Kappler JW. Transcytosis of staphylococcal superantigen toxins. *Journal of Experimental Medicine*, 1997, 185: 1447-1454.
202. Argudín M^Á, Mendoza MC, Rodicio MR. Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins. *Toxins*, 2010, 2: 1751-1773.

203. Montville TJ, Matthews KR. *Food microbiology: An introduction*, 2nd ed. Washington DC, ASM Press, 2008: 189-193.
204. Scientific Committee on Enteric Infections and Foodborne Diseases. *Review of Staphylococcal Food Poisoning in Hong Kong, 2011*, 2011: 1-18.
205. Lowy FD. *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine*, 1998, 339: 520-532.
206. Mainous AG, Hueston WJ, Everett CJ, Diaz VA. 2006. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* in the United States, 2001-2002. *Annals of Family Medicine*, 2006, 4: 132-137.
207. Schmid D, Gschiel E, Mann M, Huhulescu S, Ruppitsch W, Bohm G, Pichler J, Lederer I, Hoyer G, Heuberger S, Allerberger F. Outbreak of acute gastroenteritis in an Austrian boarding school, September 2006. *Euro Surveillance*, 2007, 12: 51-53.
208. Andargie G, Kassu A, Moges F, Tiruneh M and Huruy K. Prevalence of bacteria and intestinal parasites among food-handlers in Gondar town, northwest Ethiopia. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 2008, 26: 451-455.
209. Loeto D, Matsheka MI, Gashe BA. Enterotoxigenic and antibiotic resistance determination of *Staphylococcus aureus* strains isolated from food handlers in Gaborone, Botswana. *Journal of Food Protection*, 2007, 70: 2764-2768.
210. Stewart GC. *Staphylococcus aureus*. In: Fratamico PM, Bhunia AK, Smith JL (eds). *Foodborne pathogens: Microbiology and Molecular Biology*. Norfolk Caister Academic Press, 2005: 273-284.
211. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and mortality weekly report. *Outbreak of staphylococcal food poisoning associated with precooked ham—Florida*, 1997, 46: 1189.

212. International Society For Infectious Diseases. Food poisoning outbreak under control. <http://www.theage.com.au/articles/2002/03/26/1017089530996.html>. 23 Haziran 2014.
213. Do Carmo LS, Cummings C, Roberto Linardi V, Souza Dias R, Maria De Souza J, De Sena MJ, Dos Santos DA, Shupp JW, Pereira RKP, Jett M. A case study of a massive staphylococcal food poisoning incident. *Foodborne Pathogens & Disease*, 2004, 1: 241-246.
214. Evenson ML, Ward Hinds M, Bernstein RS, Bergdoll MS. Estimation of human dose of staphylococcal enterotoxin A from a large outbreak of staphylococcal food poisoning involving chocolate milk. *International journal of food microbiology*, 1988, 7: 311-316.
215. Pillsbury A, Chiew M, Bates J, Sheppard V. An outbreak of staphylococcal food poisoning in a commercially catered buffet. *Communicable diseases intelligence quarterly report*, 2013, 37: 144.
216. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Immunization and Respiratory Diseases: Division of Bacterial Diseases. *Staphylococcal Food Poisoning*, 2006.
217. Pexara A, Solomakos N, Sergelidis D, Govaris A. Fate of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins in Feta and Galotyri cheeses. *Journal of Dairy Research*, 2012, 79: 405-413.
218. Association of Official Analytical Chemists. Acidity, titrimetric methods, No: 947.05, Mart 2006.
219. Association of Official Analytical Chemists. Solids (Total) in milk, No: 990.20, Mart 2006.

220. Association of Official Analytical Chemists. Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk, No: 2000.18, Mart 2006.
221. DF. Milk, Determination of nitrogen content, fil-IDF 20B, Brussels, Belgium, 1993.
222. Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A. *Süt ve Mamülleri Muayene Analiz Metotları Rehberi*. Erzurum, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1996: 398.
223. Eralp M. *Peynir Teknolojisi*. Ankara, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1974: 331.
224. Harrigan WF. *Laboratory methods in food microbiology*, 3rd ed. California, Gulf Professional Publishing, 1998: 71-73.
225. Merck E. *Handbook Culture Media Merck*. Almanya, Merck, 2005: 688.
226. Alrabadi NI. The effect of several antibiotics on lactococcus garvieae isolated from jordanian dairy products. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 2012, 7: 468-472.
227. International Commission on Food Mycology. General Purpose Methods. <http://www.foodmycology.org/index.php/methods>. 17 Mayıs 2014.
228. Viçosa GN, Moraes PM, Yamazi AK, Nero LA. Enumeration of coagulase and thermonuclease-positive *Staphylococcus* spp. in raw milk and fresh soft cheese: An evaluation of Baird-Parker agar, Rabbit Plasma Fibrinogen agar and the Petrifilm™ Staph Express count system. *Food microbiology*, 2010, 27: 447-452.
229. Maes N, Magdalena J, Rottiers S, De Gheldre Y, Struelens MJ. Evaluation of a triplex PCR assay to discriminate *Staphylococcus aureus* from coagulase-negative Staphylococci and determine methicillin resistance from blood cultures. *Journal of Clinical Microbiology*, 2002, 40: 1514-1517.

230. Mehrotra M, Wang G, Johnson WM. Multiplex PCR for detection of genes for *Staphylococcus aureus* enterotoxins, exfoliative toxin, toxic shock syndrome toxin 1, and meticillin resistance. *Journal of Clinical Microbiology*, 2000, 38: 1032-1035.
231. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. T.C. Resmî Gazete, sayı: 23964, 14 Şubat 2000.
232. Seçkin KA. Kolesterolü Azaltılmış Beyaz Peynir Üretim Olanakları Üzerine Araştırmalar. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2005.
233. Kesenkaş H. Beyaz Peynir Üretiminde Bazı Mayaların Starter Kültür Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2005.
234. Karaman AD. Yağı Azaltılmış Beyaz Peynir Üretimi Ve Özelliklerine Homojenizasyonun Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2007.
235. Karakoç D, Çimen M, Demir N, Şos C, Gökyer H, Ablak E, Kutlu C. Ağustos ve Kasım aylarında Batman ilinden elde edilen sütlerde ekonomik öneme sahip biyokimyasal parametreler. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 2013, 1: 19-23.
236. Yalçın H, Özdemir S, Gökal HY, Kurt A. Ziraat Fakültesi süt fabrikasına farklı kaynaklardan gelen inek sütlerinde total, psikrofilik, laktik asit, koliform grubu ve *S. aureus* bakteri sayılarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1991, 22: 38-45.
237. Kıvanç M, Kunduhoğlu B, Ayaz B. Eskişehir’de tüketilen çiğ sütlerin bakteriyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Gıda*, 1992, 17: 327-333.

238. Alişarlı M, Solmaz H, Akkaya L. Süt ineklerinde meme başı derilerinin bazı mikroorganizmalar ve çiğ sütlerinin de mikrobiyolojik kalite yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2003, 14: 35-39.
239. Uraz G, Yücel N. Çiğ sütlerde koliform grubu mikroorganizmaların dağılımı üzerine bir çalışma. *Gıda*, 1998, 23: 241-245.
240. Diler A, Baran A. Küçük ölçekli işletme tank sütlerinden alınan çiğ süt örneklerinin somatik hücre sayısı, süt kompozisyonu ve bakteri sayıları bakımından değerlendirilmesi. *Alınları Ziraat Bilimler Dergisi*, “Basılacak”.
241. Gürsel A, Ergül E, Gürsoy A, Erdoğan GN. Kalsiyum klorürün taze beyaz peynirin bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 1987, 5: 293-298.
242. Kaya C. Farklı Konsantrasyonlarda CaCl_2 İlavesi ve Farklı Kültür İnokülasyonunun Yüksek Dereceli Pastörizasyon Uygulanan Sütlerden Üretilen Beyaz Peynirin Kalitesine Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2007.
243. Karaca OB. Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik Vve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 2007.
244. Konar A, Şahan N, Akın MS, Güven M. Hem peynir suyundan yaralanmaya ve hem de çevreyi korumaya ne dersiniz? *Ankara Çiftçi Dergisi*, 1990, 3: 17-20.
245. Akyüz N. Süt endüstrisinde yan ürünlerin değerlendirilmesi ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi*, 1979, 10: 207-216.

246. Şimşek O, Gönç S. Beyaz peynir yapımında sıcaklık süre uygulaması ve kalsiyum klorür kullanımının peynir suyu bileşimine etkisi. *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1992, 1: 37-41.
247. Walstra P, Walstra P, Wouters JT, Geurts TJ. Dairy science and technology. *Cheese ripening and properties*. New York, CRC press, 2010: 641.
248. O'Connor CB. The quality and composition of Cheddar cheese. Effect of various rates of salt addition. *Irish Agricultural and Creamery Review*, 1974, 27: 11-13.
249. Prasad N, Alvarez VB. Effect of salt and chymosin on the physico-chemical properties of feta cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 1999: 82: 1061-1067.
250. Gider K. Beyaz Peynirlerde Tuz Geçisini Etkileyen Bazı Faktörlerin Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2006.
251. Cinbas T, Kilic M. Proteolysis and lipolysis in White cheeses manufactured by two different production methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 2006, 41: 530-537.
252. Fucà N, McMahon DJ, Caccamo M, Tuminello L, La Terra S, Manenti M, Licitra G. Effect of brine composition and brining temperature on cheese physical properties in Ragusano cheese. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95: 460-470.
253. Jin Yong K, Young Park W. Effects of aging time and temperature on proteolysis of commercial goat milk cheeses produced in the United States. *Journal of Dairy Science*, 1995, 78: 2598-2608.
254. Altun M. Beyaz Peynirin Olgunlaşması Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişikliklerin İncelenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı. Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2003.

255. McMahon DJ, Motawee MM, McManus WR. Influence of brine concentration and temperature on composition, microstructure, and yield of feta cheese. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92: 4169-4179.
256. Karaman AD, Akalın AS. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream. *LWT - Food Science and Technology*, 2013, 50: 503-510.
257. Al-Otaibi MM, Wilbey RA. Effect of temperature and salt on the maturation of white-salted cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 2004, 57: 57-63.
258. Akalın AS, Karaman AD. Influence of packaging systems on the biochemical characteristics and volatile compounds of industrially produced Turkish white cheese. *Journal of Food Biochemistry*, 2011, 35: 663-680.
259. Tayar M. Beyaz peynirlerin olgunlaşması süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler. *Gıda*, 1995, 20: 97-101.
260. Kavas G, Oysun G, Kinik O, Uysal H. Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food chemistry*, 2004, 88: 381-388.
261. Tarakci Z, Sagun E, Sancak H, Durmaz H. The effect of salt concentration on some characteristics in herby cheese. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3: 232-236.
262. Oh NS, Lee HA, Joung JY, Lee JY, Shin YK, Baick SC. Effect of temperatures and supplementation with skim milk powder on microbial and proteolytic properties during storage of cottage cheese. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2014, 24: 795-802.
263. El Owni OAO, Hamed OIA. Effect of storage temperature on weight loss, chemical composition, microbiological properties and sensory characteristics of

- white cheese (*Gibna Bayda*). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2009, 5: 498-505.
264. Yılmaz L, Kurdal E. Effect of sorbic acid and potassium sorbate addition to the brine on microbiological and chemical properties of Turkish white cheese during ripening. *Food Science and Technology Research*, 2008, 14: 437-444.
265. Emmons DB. Chapter 1. Factors affecting the yield of cheese. International Dairy Federation Monogr. *International Dairy Federation*, 9301: 8.
266. Erkmén O. Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Turkish White cheese. *The Journal Food/Nahrung*, 2001, 45: 55-58.
267. Breene WM, Olson NF, Price WV. Salt absorption by Cheddar cheese curd. *Journal of Dairy Science*, 1965, 48: 621-627.
268. Geurts TJ, Walstra P, Mulder H. Transport of salt and water during salting of cheese. Analysis of the processes involved. *Netherlands Milk Dairy Journal*, 1974, 28: 102-129.
269. Guinee TP, Fox PF. Sodium chloride and moisture changes in Romano-type cheese during salting. *Journal of Dairy Research*, 1983, 50: 511-518.
270. Turhan M, Kaletunç G. Modelling of salt diffusion in white cheese during long-term brining. *Journal of Food Science*, 1992, 57: 1082-1085.
271. Saltan Evrensel S, Yüksek N, Berberoğlu S. Farklı salamurada olgunlaştırılan beyaz peynirlerin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1998, 9: 51-56.
272. Mazou M, Tchobo FP, Degnon RG, Mensah GA, Soumanou MM. Effect of temperature and salt on the quality of waragashi cheese during storage in Benin Republic. *African Journal of Food Science*, 2012, 6: 494-499.

273. Kaptan B. Farklı Bakteri Kùltürlerinin Beyaz Peynir Yapımında Uygunluğunun ve Biyojen Amin Oluşturma Riskinin Belirlenmesi. Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı, Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ: Trakya Üniversitesi, 2004.
274. Alalade OA, Adeneye JA. The effect of short-term frozen storage on chemical composition and coliform microflora of Wara cheese “Wara cheese under Frozen Storage”. *American Journal of Food Technology*, 2007, 2: 44-47.
275. Yangılar F. Farklı Probiyotik Kùltürler Kullanılarak Üretilen Beyaz Peynirin Olgunlaşma Periyodu Boyunca Bazı Kalite Kriterlerinin Araştırılması. Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2010.
276. Melilli C, Barbano DM, Licitra G, Tumino G, Farina G, Carpino S. Influence of presalting and brine concentration on salt uptake by Ragusano cheese. *Journal of dairy science*, 2003, 86: 1083-1100.
277. Pavia M, Trujillo AJ, Guamis B, Ferragut V. Ripening control of salt-reduced Manchego-type cheese obtained by brine vacuum impregnation. *Food Chemistry*, 2000, 70: 155-162.
278. Kaya S. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short-term brining. *Journal of Food Engineering*, 2002, 52: 155-159.
279. Thompson TL, Marth EH. Changes in Parmesan cheese during ripening microflora aerobic plate count, or mixtures of sodium and potassium chloride. *Journal of Milchwissenschaft*, 1986, 41: 201-205.
280. Kılıç GB, Kuleaşan H, Eralp I, Karahan AG. Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT-Food Science and Technology*, 2009, 42: 1003-1008.

281. Kamleh R, Toufeili I, Ajib R, Kanso B, Haddad J. Estimation of the shelf-life of halloumi cheese using survival analysis. *Czech Journal of Food Science*, 2012, 30: 512-519.
282. Somers EB, Johnson ME, Wong ACL. Biofilm formation and contamination of cheese by nonstarter lactic acid bacteria in the dairy environment. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84: 1926-1936.
283. Coşkun H, Öztürk B. Bazı süt işletmelerinde üretilen beyaz ve kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalite kriterleri yönünden incelenmesi. Süt mikrobiyolojisi ve katkı maddeleri, VI. *Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, 547-555, Tekirdağ, 2000.
284. Şimşek B, Sağdıç O. Isparta ve yöresinde üretilen dolaz (tort) peynirinin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2006, 10: 346-351.
285. Sousa MJ, Malcata FX. Influence of pasteurization of milk and addition of of starter cultures on protein breakdown in ovine cheeses manufactured with extracts from flowers of *Cynara cardunculus*. *Food chemistry*, 1996, 57: 549-556.
286. Agarwal S, Sharma K, Swanson BG, Yüksel GÜ, Clark S. Nonstarter lactic acid bacteria biofilms and calcium lactate crystals in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 2006, 89: 1452-1466.
287. Tekinşen OC, Atasever M, Keleş A, Uçar G. İnek ve koyun sütü kullanımının ve farklı tuzlama tekniklerinin maraş peynirinin bazı kalite özelliklerine etkisi. *Doğa Türk Veteriner Hayvancılık Dergisi*, 1999, 23: 213-226.
288. Ünlütürk A, Üçüncü M, Turantaş F, Öztürk GF. Survival of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in Turkish white cheese. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*, 1994, 16: 3-7.

289. Mantis AJ, Papageorgiou DK. Conditions of staphylococcal enterotoxin production in milk and milk products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 2003, 54: 242-252.
290. Chordash RA, Potter NN. Stability of staphylococcal enterotoxin A in selected conditions encountered in foods. *Journal of Food Science*, 1976, 41: 906-909.
291. Bore E, Langsrud S, Langsrud O, Rode TM, Holck A. Acid-shock responses in *Staphylococcus aureus* investigated by global gene expression analysis. *Microbiology*, 2007, 153: 2289-2303.
292. Schelin J, Wallin-Carlquist N, Cohn MT, Lindqvist R, Barker GC, Rådström P. The formation of *Staphylococcus aureus* enterotoxin in food environments and advances in risk assessment. *Virulence*, 2011, 2: 580.
293. Cretenet M, Sébastien N, Jennifer T, Lucie R, Ludwig S, Patrice F, Jacques-Antoine H, Michel P, Marie Bernadette M, Jacques F, Pascal L, Yves Le L, Sergine E. *Staphylococcus aureus* virulence and metabolism are dramatically affected by *Lactococcus lactis* in cheese matrix. *Environmental microbiology reports*, 2011, 3: 340-351.
294. Harris TO, Hufnagle WO, Betley MJ. Staphylococcal enterotoxin type A internal deletion mutants: serological activity and induction of T-cell proliferation. *Infection and Immunity*, 1993, 61: 2059-2068.
295. Jarvis AW, Lawrence RC, Pritchard GG. Production of staphylococcal enterotoxins A, B, and C under conditions of controlled pH and aeration. *Infection and Immunity*, 1973, 7: 847-854.
296. Otero A, García MC, García ML, Prieto M, Moreno B. Behaviour of *Staphylococcus aureus* strains, producers of enterotoxins C1 or C2, during the

- manufacture and storage of Burgos cheese. *Journal of Applied Bacteriology*, 1988, 64: 117-122.
297. Stecchini ML, Sarais I, de Bertoldi M. The influence of *Lactobacillus plantarum* culture inoculation on the fate of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium* in Montasio cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 1991, 14: 99-110.
298. Stevens KA, Jaykus LA. Bacterial separation and concentration from complex sample matrices: a review. *Critical Reviews in Microbiology*, 2004, 30: 7-24.
299. Rijpens NP, Herman LMF. Molecular methods for identification and detection of bacterial food pathogens. *Journal of AOAC International*, 2002, 85: 984-995.

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Alper BARAN Doğum tarihi: 23.03.1986 Doğum yeri: Erzurum Medeni hali: Evli Uyruğu: T.C. Adres: Atatürk Üniversitesi Hınıs Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Bölümü Tel: 0442 511 28 15 Faks: 0449 511 28 96 E-mail: alper.baran@atauni.edu.tr
Eğitim
Lise: Adnan Menderes Süper Lisesi (2004) Lisans: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2005-2010) Doktora: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı (2011-2014)
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce : İyi derecede (ÜDS 92.50, Aralık 2010; KPDS 78.00, Aralık 2010)
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

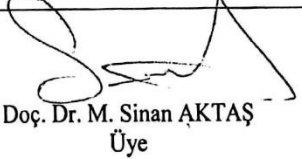
EK-2. ETİK KURUL KARARI



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ
ETİK ALT KURUL BAŞKANLIĞI
(AÜVFEAK)



ETİK KURUL KARARI

Karar Sayısı: 2013/9	Karar Tarihi: 26/12/2013
Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında yürütülecek olan ve Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN ve Uzm. Vet. Hek. Alper BARAN tarafından sunulan “Beyaz peynirlerde Salmura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Sıcaklığının Staphylococcus aureus’un Canlılığı ve Toksin Üretimine etkisi” adlı teze ait başvuru formu etik kurulumuz tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada S. aureus inokule edilmiş beyaz peynir grubu ile kontrol grubunda beyaz peynirdeki canlılık ve oluşan toksinler 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca mikrobiyolojik ve kimyasal yönden incelenecektir. Sunulan tez çalışmasının Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ilkelerine uygun olduğuna karar verilmiştir.	
 Prof. Dr. Yunus Emre ÖZKANLAR Başkan	 Doç. Dr. Ömer UÇAR Başkan Yardımcısı
 Doç. Dr. Zekeriya ÖZÜDOĞRU Üye	 Doç. Dr. M. Sinan AKTAŞ Üye
 Yrd. Doç. Dr. Emre KARAKUŞ Üye	