

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**SALAMURA BEYAZ PEYNİRLERDE KÖTÜ KOKUYA NEDEN OLAN  
UÇUCU BİLEŞENLERİN TANIMLANMASI ve BOZULMA YAPICI  
MİKROORGANİZMALARLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**B. Burcu MARANGOZ**

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Gıda Mühendisliği Programı**

**Ağustos, 2020**

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**SALAMURA BEYAZ PEYNİRLERDE KÖTÜ KOKUYA NEDEN OLAN  
UÇUCU BİLEŞENLERİN TANIMLANMASI ve BOZULMA YAPICI  
MİKROORGANİZMALARLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**B. Burcu MARANGOZ  
(Y1113.640031)**

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Gıda Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kamil BOSTAN**

**Ağustos, 2020**

## **YEMİN METNİ**

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Salamura Beyaz Peynirlerde Kötü Kokuya Neden Olan Uçucu Bileşenlerin Tanımlanması ve Bozulma Yapıcı Mikroorganizmalarla İlişkilendirilmesi’’ adlı çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Kamil BOSTAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. (Ağustos 2020)

**B. Burcu MARANGOZ**

*Mercan ve Ebazer MARANGOZ'a ve tüm aileme...*

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca benden engin bilgilerini, tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen en başta değerli tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Kamil BOSTAN olmak üzere, bu proje süresince beni destekleyen değerli hocalarım Prof.Dr. Ali AYDIN, Prof.Dr. Şükrü KARATAŞ, Prof.Dr. H. Barbaros ÖZER, Doç.Dr. Şebnem ÖZTÜRKOĞLU-BUDAK, sevgili Dr. Sibel KAHRAMAN'a, Prof.Dr. Nurver TOPRAK'a, Dr. Öncü AKGÜL'e, tez çalışmam sürecinde desteğini benden esirgemeyen sevgili Gülşen NAS'a, kardeşim Halit Burak'a, son olarak da tüm eğitim-öğretim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini bir an olsun esirgemeyen, varlıklarıyla beni onurlandıran, her zaman yanımda olan değerli eşime, anneme, babama, anneanneme, teyzelerime, dayılarıma teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

*'Dünyada her şey için, maddiyat için, maneviyat için, hayat için, başarı için en hakiki yol gösterici ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında yol gösterici aramak gaflettir, cahilliktir, doğru yoldan sapmaktır. 'Hiçbir şeye ihtiyacımız yok, yalnız bir şeye ihtiyacımız vardır; çalışkan olmak!'* Zorlandığım, pes ettiğim, vazgeçtiğim her an söylemiş olduğum bu değerli cümleler ile yoluma devam etmemi sağlayan, varlığımı borçlu olduğum Ulu Önder Mustafa Kemal ATATÜRK'e, değerli silah arkadaşlarına ve aziz şehitlerimize sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ağustos , 2020

B. Burcu MARANGOZ

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
KISALTMALAR .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>6</b>
2.1 Beyaz Peynirin Tanımı ve Bileşimi .....	6
2.2 Beyaz Peynir Üretim Basamakları .....	9
2.3 Peynirde Olgunlaşma ve Etkili Faktörler .....	12
2.3.1 Glikoliz.....	13
2.3.1.1 Laktat metabolizması .....	14
2.3.1.2 Sitrat metabolizması.....	15
2.3.2 Proteoliz .....	16
2.3.2.1 Kazeinin pıhtılaşması .....	19
2.3.2.2 Proteolizin tat ve lezzet bileşiklerinin oluşumuna katkısı.....	20
2.3.3 Lipoliz .....	21
2.4 Peynirlerde Bozulmalar ve Etkenleri .....	24
2.4.1 Bozulmanın genel tanımı .....	24
2.4.2 Beyaz Peynirlerde Görülen Bozulmalar .....	25
2.4.2.1 Oksidasyon.....	26
2.4.2.2 Proteoliz .....	26
2.4.2.3 Lipoliz .....	27
2.4.2.4 Erken ve geç şişme.....	27
2.4.2.5 Tenekede bombaj .....	28
2.4.2.6 Küflenme.....	29
2.4.2.7 Yumuşama .....	29
2.4.2.8 Salamurada sünme .....	29
2.5 Peynirlerde Uçucu Aroma Bileşenleri ve Tespit Yöntemleri.....	30
2.5.1 Tepe boşluğu analizi metodu .....	31
2.5.2 Distilasyon metodları .....	31
2.5.3 Katı faz mikroekstraksiyon metodu .....	31
2.6 VITEK® MS (Kütle spektrometrisi mikrobiyal tanımlama sistemi).....	33
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>36</b>
3.1 Gereç .....	36
3.1.1 Peynir örneklerinin temini .....	36
3.1.2 Peynir üretim aşamalarından örneklerin temini .....	36
3.1.3 Laboratuvarlarda kullanılan alet - ekipmanlar .....	36

3.1.4 Analizlerde kullanılan besiyeri ve çözeltiler.....	37
3.2 Yöntem .....	38
3.2.1 Mikrobiyolojik Analizler .....	38
3.2.1.1 Homojenizasyon ve seyrelti hazırlama .....	38
3.2.1.2 Psikrotrof mikroorganizmaların sayımı .....	38
3.2.1.3 Proteolitik bakterilerin sayımı.....	39
3.2.1.4 Lipolitik bakterilerin sayımı.....	39
3.2.1.5 <i>Pseudomonas</i> spp. sayımı .....	39
3.2.1.6 Maya sayımı.....	39
3.2.1.7 Toplam koliform bakteri sayımı.....	39
3.2.1.8 <i>Staphylococcus</i> spp. sayımı.....	39
3.2.1.9 Sporlu aerob bakteri sayımı .....	39
3.2.1.10 Selektif besi yerlerinden izole edilen suşların saflaştırılması ve saklanması .....	40
3.2.1.11 Mikrobiyel izolatların identifikasyonu.....	40
3.2.2 Kimyasal Analizler .....	40
3.2.2.1 Protein tayini .....	40
3.2.2.2 Suda çözünür azot tayini .....	41
3.2.2.3 pH değeri.....	41
3.2.2.4 Titre edilebilir asitlik tayini.....	41
3.2.2.5 Yağ tayini .....	41
3.2.2.6 Kurumadde tayini.....	41
3.2.2.7 Kurumaddede yağ tayini .....	42
3.2.2.8 Kül tayini.....	42
3.2.2.9 Uçucu bileşenlerinin tayini .....	42
3.2.3 İstatistiksel Değerlendirme .....	43
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>44</b>
4.1 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin pH Değerleri .....	44
4.2 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Asitlik Değerleri.....	44
4.3 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Kurumadde Değerleri.....	44
4.4 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Kurumaddede Yağ Oranları.....	45
4.5 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Protein Oranları.....	45
4.6 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Suda Çözünür Azot Oranları.....	45
4.7 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Kül Oranları .....	46
4.8 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	46
4.9 VITEK-MS ile İdentifiye Edilen İzolatlar.....	47
4.10 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Uçucu Aroma Bileşenleri.....	48
4.10.1 Karboksilik asitler .....	48
4.10.2 Alkoller .....	50
4.10.3 Esterler .....	51
4.10.4 Ketonlar.....	52

4.10.5 Aldehitler .....	53
4.10.6 Çeşitli bileşenler.....	54
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>79</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>91</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>95</b>



## KISALTMALAR

<b>° C</b>	: Derece Santigrat
<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>µg/kg</b>	: Mikrogram/kilogram
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>BPA</b>	: Baird Parker Agar
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>CHCA</b>	: Chica
<b>cm<sup>3</sup></b>	: Santimetreküp
<b>dk</b>	: Dakika
<b>DMDS</b>	: Dimetildisülfit
<b>DMS</b>	: Dimetiltrisülfit
<b>EPS</b>	: Ekzopolisakkarit
<b>g</b>	: Gram
<b>GC-MS</b>	: Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi
<b>ISO</b>	: International Organization for Standardization
<b>kob</b>	: Koloni Oluşturma Birimi
<b>L</b>	: Litre
<b>m</b>	: Metre
<b>m<sup>3</sup></b>	: Metreküp
<b>MALDI-TOF</b>	: Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mg/kg</b>	: Miligram/kilogram
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>N</b>	: Normalite
<b>PC</b>	: Principle Component
<b>PCA</b>	: Principal Component Analysis
<b>pH</b>	: Asitlik değeri
<b>SÇA</b>	: Suda Çözünür Azot
<b>SÇKM</b>	: Suda Çözünür Kuru Madde
<b>SPME</b>	: Solid Phase Micro Extraction
<b>TSA</b>	: Triptik Soy Agar
<b>TSB</b>	: Triptik Soy Broth
<b>µl</b>	: Mikrolitre

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Beyaz peynirin bileşimi (g/100g).....	8
Çizelge 2.2: Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması.....	9
Çizelge 2.3: Beyaz peynir üretim akış diyagramı.....	11
Çizelge 3.1: Fırın Sıcaklığı.....	43
Çizelge 4.1: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynirlerin kimyasal özellikleri.....	46
Çizelge 4.2: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneğinin mikrobiyal sayım sonuçları (log kob/g).....	47
Çizelge 4.3: Koku problemlili beyaz peynir örneklerinden izole edilen proteolitik sporlu aerob bakteri dağılımı.....	48
Çizelge 4.4: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama karboksilik asit konsantrasyonları (mg/kg).....	49
Çizelge 4.5: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama alkol konsantrasyonları (mg/kg) ..	50
Çizelge 4.6: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama ester konsantrasyonları (mg/kg) ..	51
Çizelge 4.7: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama keton konsantrasyonları (mg/kg) .	52
Çizelge 4.8: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama aldehit konsantrasyonları (mg/kg)	53
Çizelge 4.9: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama çeşitli bileşen konsantrasyonları (mg/kg).....	54
Çizelge 4.10: Beyaz peynir örneklerinin ilk 2 temel bileşen (PC1 ve PC2) tarafından hesaplanan toplam uçucu bileşiklerinin yüzdesi.....	56

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Peynirde aroma oluşumunu sağlayan biyokimyasal olaylar .....	13
Şekil 2.2: Homofermentatif laktik asit fermentasyonu.....	14
Şekil 2.3: Olgunlaşma süresince laktat metabolik yolları .....	15
Şekil 2.4: Sitrat metabolizması .....	16
Şekil 2.5: Kazein submiseli (solda) ve kazein miseli (sağda) .....	17
Şekil 2.6: Peynir olgunlaşmasında protein degradasyon basamakları.....	18
Şekil 2.7: Enzimatik proteoliz .....	19
Şekil 2.8: Jelleşme .....	20
Şekil 2.9: Amino asitlerin katabolizması.....	20
Şekil 2.10: Enzimatik hidroliz .....	21
Şekil 2.11: Serbest yağ asitlerinin katabolizması .....	23
Şekil 2.12: SPME Enjektörü.....	32
Şekil 2.13 : SPME GC/MS yöntemi diyagramı.....	32
Şekil 2.14: VITEK® MS .....	33
Şekil 2.15: VITEK® MS çalışma prensibi ve numune hazırlama.....	34
Şekil 4.1: Toplam karboksilik asit konsantrasyonlarının karşılaştırılması. ....	50
Şekil 4.2: Toplam alkol konsantrasyonlarının karşılaştırılması. ....	51
Şekil 4.3: Toplam ester konsantrasyonlarının karşılaştırılması. ....	52
Şekil 4.4: Toplam keton konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.5: Toplam aldehit konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	54
Şekil 4.7: Koku problemleri ve kokusuz beyaz peynir örneklerindeki uçucu aroma bileşenlerinin GC -MS'e dayalı temel bileşen analizinin skor grafiği.....	56

# SALAMURA BEYAZ PEYNİRLERDE KÖTÜ KOKUYA NEDEN OLAN UÇUCU BİLEŞENLERİN TANIMLANMASI ve BOZULMA YAPICI MİKROORGANİZMALARLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Bu çalışma; klasik salamura beyaz peynirlerde muhafazanın ilerlemiş dönemlerinde ortaya çıkan ve kokuşmuş olarak adlandırılan kötü koku problemine neden olan uçucu bileşenlerin belirlenmesi, koku problemlili ve koku problemi olmayan beyaz peynir örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin karşılaştırılarak farkların saptanması, koku problemlili örneklerden izole edilen bozulma yapıcı mikroorganizmaların izole edilerek tanımlanması ve kötü koku problemi ile ilişkilendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Vize (Kırklareli) civarında üretim yapan işletmelerden koku problemlili ve problemsiz peynirler toplanarak protein oranı, suda çözünür azot değeri, titre edilebilir asitlik değeri, pH değeri, uçucu bileşenler profili özellikleri bakımından karşılaştırılmış ve kokuya neden olan bileşikler belirlenmiştir. Kimyasal analizlere paralel olarak mikrobiyolojik analizler de yapılarak koku problemlili ve problemsiz örneklerin psikrotrof, proteolitik, lipolitik, toplam koliform, *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus* spp., sporlu aerob ve anareob bakteri ve maya sayıları karşılaştırılmıştır. Koku problemlili peynirlerden izole edilen sporlu proteolitik bakteriler MALDI TOF MS cihazı (Vitec MS, Biomerieux ) ile tanımlanmıştır. Koku problemlili beyaz peynirlerin pH değeri, % asitlik, protein, suda çözünür azot değerlerinin kokusuz peynirlerden anlamlı derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ) ayrıca bu peynirlerde ortalama 2,09 log kob/g sporlu proteolitik bakteri bulunmuş ve izole edilen 133 sporlu aerob bakteri izolatının 109 tanesinin *Bacillus* cinsine ait olduğu tespit edilmiştir. Koku problemlili peynirlerde, karboksilik asitler, esterler, aldehitler, alkoller, ketonlar ve çeşitli bileşiklerden oluşan toplam 65 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Koku problemlili ve kokusuz peynirlerde aldehit grubu bileşenler haricindeki tüm uçucu bileşen grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ). İki grup peynir arasındaki en büyük fark toplam karboksilik asitlerde tespit edilmiştir. Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam karboksilik asit konsantrasyonu 207,42 mg/kg bulunurken kokusuz beyaz peynir örneklerinin 131,24 mg/kg bulunmuştur. Heksanoik asit (71,17 mg/kg), valerik asit (52,82 mg/kg), oktanoik asit (48,81 mg/kg), izovalerik asit (43,72 mg/kg), n-Dekanoik asit (36,46 mg/kg) ve dimetildisülfid (0,75 mg/kg), dimetiltrisülfid (0,38 mg/kg), merkaptotanol (0,45 mg/kg), metanetiöl (0,33 mg/kg) gibi sülfür bileşikleri, kokulu peynirlerde dikkat çekici uçucu maddelerdir. Elde edilen bulgular salamura beyaz peynirdeki kötü koku sorununun yüksek konsantrasyondaki karboksilik asitler ve dimetildisülfid, dimetiltrisülfid, merkaptotanol, metanetiöl gibi çürümüş koku ile ilişkilendirilen kükürt bileşiklerinden kaynaklandığına işaret etmiştir. Sadece koku problemi olan peynirlerden izole edilen sporlu proteolitik bakterilerin %83 oranında *Bacillus* spp. suşlarından oluşması, bu suşların gıdalarda saprofit (çürükçül) bakteri grubunda bulunmaları, gıdalarda geliştiklerinde koku, kıvam ve tat bozukluklarına neden

olmaları peynir örneklerinde açığa çıkan çürük ve kötü koku probleminin istenmeyen mikroorganizmalar ile ilgili olabileceği savını güçlendirmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Salamura beyaz peynir, kokuşma, kötü koku, uçucu bileşenler, Bacillus spp.*

## **IDENTIFICATION of VOLATILE COMPOUNDS CAUSE OFF-ODOUR in TURKISH WHITE CHEESE and ASSOCIATING WITH SPOILAGE MICROORGANISMS**

### **ABSTRACT**

This study was carried out to identify key odorant compounds associated with main off-odour (putrid) in Turkish White Cheese that occurs in the later stages of ripening, to compare the chemical and microbiological differences between the cheeses with odour problem and the normal cheeses and to estimate the possible causal factors and to find their connection with spoilage microorganisms. Normal cheeses and cheeses with odour problem were collected from various factories producing around Vize (Kırklareli), and protein compounds were compared in terms of protein ratio, water soluble nitrogen value, titratable acidity value, pH value, volatile components profile and compounds that cause off-odour were determined. Microbiological analyzes were carried out in parallel with chemical analyzes, and the counts of psychotrophic, proteolytic, lipolytic, total coliform, *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus* spp., aerob and anareob spore forming bacteria and yeast were compared. Proteolytic spore forming bacteria were isolated from the cheeses with odour problem. Isolates were identified with MALDI TOF MS device (Vitec MS, Biomerieux). It was determined that the pH value,% acidity, protein and water soluble nitrogen values of the cheeses with odour problem were significantly different from the normal cheeses ( $P<0.05$ ). In addition, an average of 2.09 log kob / g was found in the cheeses with odour problem and 109 of 133 isolated aerobic bacteria isolates belong to *Bacillus* genus. A total of 65 volatile compounds, composed of carboxylic acids, esters, aldehydes, alcohols, ketones and miscellaneous compounds, have been identified in the cheeses with odour problem. The difference between all the volatile component groups (except the aldehyde group) were found to be statistically significant in the cheeses with odour problem and the normal cheeses ( $P<0.05$ ). The major difference between the two groups of cheeses was found in the total carboxylic acids. While the total carboxylic acid concentration was 207.42 ppm in the cheeses with odour problem, it was 131.24 ppm in the normal cheeses. Hexanoic acid (71.17 ppm), valeric acid (52.82 ppm), octanoic acid (48.81 ppm), isovaleric acid (43.72 ppm), n-Decanoic acid (36.46 ppm) and dimethyldisulfide (0.75 ppm), dimethyltrisulfide (0.38 ppm) (0.45 ppm), sulfur compounds such as methanethiol (0.33 ppm) are remarkable volatile compounds in the cheeses with odour problem. The results indicated that the off-odour problem in Turkish White Cheese is probably originated from high concentrations of carboxylic acids and sulfur compounds associated with associated with rotten odour such as dimethyldisulfite, dimethyltrisulfite, mercaptoethanol, methanethiol. Spore forming and proteolytic bacteria isolated from the cheeses with odour problem consist of 83% *Bacillus* spp. strains. These strains are found in the saprophyte bacteria group in foods, and they cause off-odour, consistency and taste disorders when they germinate in foods. It has strengthened the argument that the rotten and bad odor problems in cheese samples may be related to undesirable microorganisms.

**Key Words:** *Turkish White cheese, putrefaction, off-odour, volatile compounds, Bacillus spp.*

## 1. GİRİŞ

Peynir, çok çeşitli aroma, tat ve formlarda üretilen, amacı sütün ana bileşenlerini korumak olan, son derece besleyici içeriğe sahip bir grup fermente süt ürününün genel adıdır. Dünya üzerinde 1000'den fazla, Türkiye'de yaklaşık 160 farklı çeşit peynir bulunmaktadır (Anonim, 2020a). Peynir genellikle inek sütünden yapılırsa da koyun, keçi gibi diğer memelilerin sütü de bu amaçla kullanılmaktadır.

Peynir, süt proteini kazeinin, peynir mayası adı verilen proteolitik enzimlerle pıhtılaştırılması, peynir altı suyunun ayrılması, oluşan telemenin şekillendirilmesi ve tuzlanması ya da salamurada bekletilmesi ile elde edilir. Taze iken tüketilebileceği gibi olgunlaştırıldıktan sonra da tüketilebilir. Olgunlaşma periyodu sonunda çok çeşitli aroma ve tat bileşenleri açığa çıkmaktadır (Belitz ve ark., 2004).

Peynir besin değerleri açısından çok zengin bir gıdadır. Peynirin besin bileşimi kullanılan sütün çeşidi, üretim ve olgunlaşma basamaklarındaki farklılıklara göre değişir. Genel olarak protein ve yağ bileşenleri açısından zengindir. Düşük miktarlarda mineral maddeler, vitaminler ve su içerir. Laktozun büyük kısmının peynir altı suyu ile ayrılmasından ötürü karbonhidratlar açısından zengin bir gıda değildir.

Peynirdeki protein miktarı, peynir türüne göre %10'dan %40'a kadar değişen oranlardadır. Kazein peynirdeki temel proteindir. Olgunlaşma sırasında kazein; süt enzimleri, rennet ve bakteriyel enzimler tarafından peptid ve amino asitlere parçalanır. Bu parçalanma sonucu aroma oluşumu ve yapısal değişiklikler meydana gelir. Proteinlerin sindirilebilirliği %100'e yakın oranda artar. İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen ve dışarıdan alınması gereken esansiyel amino asitler peynir bileşiminde bulunmaktadır.

Peynir çeşitleri olgunlaşma durumlarına göre değişik oranlarda yağ içerir. Olgunlaşmış yumuşak, yarı sert ve sert peynirler %20-30 arasında yağ içerirken,



taze tip peynirler maksimum %12 oranında yağ içerir. Yağın peynir aroması ve sertliği üzerine etkisi büyüktür. Pek çok peynir çeşidinde tipik aroma, yağın lipoliz sonucu bileşenlerine parçalanması ile açığa çıkar. Karbonhidratlar peynirde eser miktarda bulunur. Sütteki temel karbonhidrat olan laktozun yaklaşık %90'ı peynir altı suyunda ayrılır, pıhtıda kalan kısmı olgunlaşma aşamasında laktik asit, propiyonik asit, asetik asit gibi çeşitli organik asitlere dönüşür. Olgun peynirlerde laktoz bulunmaz ya da çok düşük oranda (1-3 g/100 g) bulunur (Üçüncü, 2004).

Süt yağının büyük kısmı pıhtıda kaldığından, sütte bulunan yağda çözünen vitaminler de pıhtıda bulunur fakat suda çözünen vitaminler peynir altı suyu ile ayrılır. Peynir çeşitlerinin büyük bir kısmı genellikle A, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> vitaminleri açısından iyi kaynaklardır. Folat miktarı nispeten daha azdır (Fox ve ark., 2017).

Peynir, bireyin günlük kalsiyum ve fosfor minarellerini karşılaması açısından önemli bir fermente üründür. Sert peynirler günlük kalsiyum ihtiyacının tümünü fosfor ihtiyacının % 40-50' sini karşılamaktadır. 100 g yumuşak peynir, günlük fosfor ihtiyacının % 12-20 sini, kalsiyum ihtiyacının % 30-40'ını karşılamaktadır (Anonim,2020b).

Peynir üretiminde farklı tür sütlerin kullanılması, değişik ülkelerde birçok farklı özellikte peynir üretilmesi, bazı tür peynirlerin birbirine benzemesi, aynı peynirin farklı ülkelerde üretilmesi gibi nedenlerden dolayı peynirlerin sınıflandırılması konusunda sorunlara neden olmaktadır.

Uluslararası Sütçülük Federasyonu (International Dairy Federation-IDF)'nun yaptığı çalışma sonucu yaklaşık 500 peynir çeşidinden oluşan bir katalog hazırlanmıştır. Fakat bazı peynirlerin aynı isim ile farklı ülkelerde üretilmesi uluslararası ticarete sorunlara neden olmuştur. Bu yüzden Gıda Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization-FAO) yaptığı çalışmalar sonucu, peynirleri sertlik, olgunlaşma durumu ve yağ oranına göre gruplandırmıştır. Peynirlerin sertlik durumuna göre sınıflandırılmasında yağsız peynir kitlesindeki su oranı (%) baz alınmıştır. Buna göre:

- Yağsız peynir kitlesindeki su oranı (%) < 51 olan peynirler ekstra sert
- Yağsız peynir kitlesindeki su oranı (%) 49-56 olan peynirler sert

- Yağsız peynir kitlesindeki su oranı (%) 54-69 olan peynirler yarı sert

Yağsız peynir kitlesindeki su oranı (%) > 67 olan peynirler yumuşak peynir olarak sınıflandırılmaktadır. Peynirlerin olgunlaşma özelliklerine göre gruplandırılması aşağıda sıralanmıştır.

- Olgunlaşmış
- Küfle olgunlaştırılmış
- Olgunlaşmamış/taze
- Salamurada olgunlaştırılmış

Kurumaddede yağ oranına (KMYO)(%) göre peynirler aşağıda tanımlanmıştır.

- KMYO  $\geq$  60 çok yağlı
- KMYO 45-60 tam yağlı
- KMYO 25-45 yarım yağlı
- KMYO 10-25 az yağlı
- KMYO > 10 yağsız

Olgunlaşma sırasında peynirlerde fiziksel, mikrobiyolojik ve enzimatik etkileşimler sonucu karmaşık biyokimyasal olaylar meydana gelir. Glikoliz, proteoliz ve lipoliz gibi enzimatik (sütün pıhtılaştırılmasında kullanılan enzim, sütün kendi enzimleri, bakterilerin ürettiği enzimler) reaksiyonlar sonucunda, asitler, alkoller, esterler, aldehitler, ketonlar, hidrokarbonlar, peptitler, amino asitler, aminler ve benzeri maddeler meydana gelmektedir. Açığa çıkan bu ürünler peynire özgü karakteristikleri oluşturmaktadır. Çoğunluğundan mikrobiyel, proteolitik ve lipolitik enzimlerin sorumlu olduğu reaksiyonlarda lezzet ve aroma üzerine olumlu etki yapabilen ürünler açığa çıktığı gibi bunlardan bazıları istenmeyen lezzet ve koku değişimine neden olabilir. Gıda bozulmalarında önemli olan öncelikle kötü kokuya neden olan bileşenlerin belirlenmesi ve ardından bunların oluşumuna yol açan faktörlerin ortaya konmasıdır. Bu sayede etkin koruyucu yöntemler geliştirilebilir. Kokuşma ile karakterize bozulmalarda mikroorganizmalar ilk planda tutulmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde bozulma yapıcı mikroflora çeşitli kaynaklarda dokümanite edilmiştir. Literatürde, peynirlerde kötü kokuya neden

uçucu bileşenlerin tanımlanmasına yönelik çalışmalar sınırlıdır. Suriyaphan ve ark. (1999) düşük yağlı Çedar peynirinde problem olarak ortaya çıkan kötü lezzetten sorumlu bileşikler üzerine çalışmışlardır. Lesitin ilaveli ve ilavesiz yapılan peynirler altı ay olgunlaştırıldıktan sonra GC ve GC-MS ile analiz edilmiştir. Soya fosfolipitlerinde yaygın olarak bulunan linoleik asidin otooksidasyonunun dekompozisyon ürünleri olan 1,5-oktadien-3-on, 2-nonenal, 2,4-nonadienal, ve 2,4-dekadienal gibi kokuya neden olan bazı aldehitler sadece lesitinli peynirlerin nötral fraksiyonundan elde edilmiştir. Braun ve Olson (1989), 3-metil bütanal miktarı 18 µg/g'ın üzerinde bulunan Çedar peynirlerinin bozuk lezzete sahip olduğunu bildirmiştir. Dallanmış zincirli yağ asitleri keçi ve koyun peynirlerinin önemli bir karakteristiğini oluştururlar. Bunlar arasında 3-metil bütanoik asit (isovalerik) proteinlerin aşırı degradasyonu ile ilişkilidir ve peynire ağır bir koku (kokuşma benzeri) verebilir (Yvon ve Rijnen, 2001). Bununla birlikte hayvan besleme yöntemlerindeki değişimler, değişik yem kaynaklarının kullanılması, süt sağım ve saklama tekniklerindeki değişimler, sütlerin işletmelerde gördüğü muamelelerdeki farklılıklar, günümüz gıda teknolojisindeki yeni gelişmeler gibi faktörler bozulma yapıcı mikroflora üzerinde değişiklik yapabilmekte; farklı mikroorganizmalar gündeme gelebilmektedir.

Ülkemizde ağırlıklı olarak Marmara bölgesinde üretilen klasik beyaz peynir üreticilerinin en büyük endişesi uzun yıllardır devam eden, işletmelerde zaman zaman ortaya çıkan ve ciddi ekonomik kayıplara yol açan koku problemidir. Üreticiler arasında “kokmuş” olarak adlandırılan ve muhafazanın ilerlemiş dönemlerinde ortaya çıkan bu problem tenekelerde dış bakıda herhangi bir değişiklik (bombaj vs) görülmemesine rağmen teneke açıldığında anormal bir kokuşma kokusunun varlığı ile kendini göstermektedir. Hijyen standartları iyi veya zayıf olan her türlü işletmede görülebilen, üretimin nispeten ilkel koşullarda yapıldığı zamanlarda rastlanılmayan, üreticiler tarafından çiğ sütlerin soğutulmaya başlaması ile sonradan ortaya çıktığı belirtilen bu problemin neden ileri geldiğine dair hiçbir bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Peynirlerde rastlanan erken ve geç şişme hatalarına benzemeyen bu problem hijyen standartlarının iyileştirilmesi ile çözülebilir gibi görünse de çok daha ilkel şartlarda üretim yaparken görülmemesi, mevsime bağlı olmaması, sorunun

karşılaştığı işletmelerde yapılan incelemelerde sütlerin soğutma sistemine sahip tanklarda toplandığı ve aynı şekilde hijyenik ve soğuk koşullarda işletmeye ulaştırıldığı halde problemin devam etmesi, belli bir bölgeye lokalize olmayıp Ege ve Marmara Bölgesinde geniş bir alanda görülmesi ve artan bir şekilde giderek yaygınlaşması sebebinin net bir şekilde ortaya çıkarılmasını; akabinde de bu sebebi ortadan kaldıracak çözüm yollarının bulunmasını zorunlu hale getirmektedir.

Bahsedilen koku problemi yıllardır var olmasına ve çok ciddi ekonomik kayıplara neden olmasına rağmen bu konuda çalışma yapılmamıştır. Mevcut literatürde kokuşma hatasına maruz kalmış salamura beyaz peynirler hakkında yapılmış kapsamlı ve bilgi verici bir çalışma bulunmamaktadır. Kaynak taramasında bulunan çalışmalar yabancı peynir çeşitlerine özgüdür ve beyaz peynirlerdeki koku sorunu ile benzerlik göstermemektedir. Ulusal araştırmacılar tarafından beyaz peynirlerde yapılan çalışmalar ise sadece aroma profilinin belirlenmesine yöneliktir.

Bu çalışmada, ilk aşamada Vize (Kırklareli) civarında üretim yapan çeşitli imalathanelerden koku problemlili ve problemsiz peynirler toplanarak protein oranı, suda çözünür azot değeri, titre edilebilir asitlik değeri, pH değeri, uçucu bileşenler profili özellikleri bakımından karşılaştırılması ve kokuya neden olan bileşiklerin belirlenmesi; ikinci aşamada problemlili işletmelerde çiğ süttten başlanarak peynir üretiminin muhtelif aşamalarından örnekler alınarak proteolitik ve lipolitik mikroorganizma analizlerinin yapılması, izolatların tanımlanmasının MALDI TOF MS cihazı (Vitec MS, Biomerieux ) ile yapılması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Beyaz Peynirin Tanımı ve Bileşimi

Türk Gıda Kodeksi'ndeki tanımına göre Beyaz peynir; hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynirdir. Beyaz peynir; inek, koyun veya keçi sütlerinden veya bu sütlerin uygun karışımlarından üretilen yarı sert bir peynir çeşididir, üretim şekli Feta ve Teleme peynirlerine benzer (Özer, 2011).

Beyaz peynir, pürüzlü, deliksiz sıkı bir dokuya sahiptir. Tuzlu asit tadı, özellikle koyun sütünden yapıldığı zaman hafif keskinlik kazanabilir (Hayaloğlu ve ark., 2002). Boyutları  $7 \times 7 \times 7 \text{ cm}^3$  veya  $7 \times 7 \times 10 \text{ cm}^3$  olabilmektedir, yaklaşık 12-14 g/100 g tuz içeren salamurada minimum 90 gün süre  $4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de olgunlaştırılmaktadır (Dinkçi ve Gönç, 2000). Çiğ süt kalitesi, proses metodu ve olgunlaşma sıcaklıklarına göre peynirde aroma oluşumu birkaç hafta ile 12 ay arasında oluşur (Güler ve Uraz, 2004).

Ülkemizde üretim ve tüketim sıralamasında beyaz peynir ilk sıradadır. Teneke peyniri, salamura peyniri ve Edirne peyniri isimleri ile tanınan beyaz peynir üretiminin büyük bölümü Trakya, Marmara ve Ege bölgelerinde gerçekleşmektedir.

Salamura beyaz peynir hem geleneksel hem de kültürel yöntemlerle elde edilmektedir. Piyasada klasik olarak olarak adlandırılan geleneksel beyaz peynirin tat, aroma, yapı vb. özellikleri yönünden kültür peynirine üstünlüğü vardır. Daha çok küçük ve orta boy işletmelerde üretilen klasik beyaz peynirler oteller, restoranlar ve belli bir tüketici grubu tarafından özellikle tercih edilmektedir. Bu peynirler istenen karakteristikleri sağlaması için en az üç ay, genellikle 6-12 ay soğuk depolarda olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya sunulmaktadır.

Beyaz peynir yapımı için en uygun süt koyun sütüdür. Süte farklı oranlarda keçi ve inek sütü de karıştırılabilir fakat bu durum kalite ve randımanı etkiler (Üçüncü, 2004). Beyaz peynir üretimi büyük oranda küçük işletmelerde starter kültür kullanılmadan yapılmaktadır (Hayaloğlu ve ark., 2005). Farklı bilgi ve beceriye sahip ustalar tarafından yapılan peynirlerin, bileşimleri de farklı olmakta, hijyen uygulamaları yetersiz kalabilmektedir (Dağdemir, 2006).

Taze olduğunda yumuşak bir dokuya sahip olan beyaz peynir, 3 ay salamurada olgunlaştırıldıktan sonra, yarı sert veya yarı yumuşak olarak sınıflandırılabilir. Türk Gıda Kodeksi'nde, beyaz peynirin yağsız kütledeki yüzde nem oranına (PYKN) göre dokuya ait 4 kategori bulunmaktadır:

- Ekstra sert beyaz peynir,  $PYKN < 49$
- Sert beyaz peynir,  $49 \leq PYKN < 57$
- Yarı sert beyaz peynir,  $57 \leq PYKN < 64$
- Yarı yumuşak beyaz peynir,  $64 \leq PYKN < 70$
- Yumuşak beyaz peynir,  $PYKN \geq 70$

Taze ve olgun beyaz peynirlerde yapılan çalışmalarda bileşim açısından farklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2.1). Bu farkların başlıca nedenleri, peynire işlenen çiğ sütlerin bileşimlerinin değişiklik göstermesi, standardize edilmeyen bu sütlerden standart olmayan koşullarda üretim yapılmasıdır.

**Çizelge 2.1:** Beyaz peynirin bileşimi (g/100g)

	g/100 g					
	Kurumadde	Yağ	Tuz	Kül	pH değeri	Titrasyon Asitliği
TAZE PEYNİR	43.63	17.17	4.17	6.21	-	0.82
	44.40	18.38	4.64	-	-	0.55
	41.71	20.67	4.00	-	-	1.31
	46.94	22.75	2.00	-	-	0.94
OLGUN PEYNİR	45.30	17.93	5.53	8.11	-	1.16
	37.40	18.21	6.02	-	-	0.68
	40.89	19.10	3.34	-	-	1.21
	39.49	14.56	5.32	6.42	-	0.86
	39.05	18.88	4.38	-	-	0.88
	40.55	18.60	3.42	-	4.84	1.06
	38.60	17.80	5.90	6.80	-	0.35
	40.60	19.00	5.80	6.70	-	0.54
	39.40	17.80	6.00	6.80	-	0.66
	41.1	19.1	6.10	6.80	-	0.62
	44.39	21.22	3.84	-	4.50	2.15
	40.77	16.00	8.70	9.98	-	0.16
	39.42-51.42	-	-	-	4.88-4.96	1.05-2.4
	38-46	18.2-20.8	3-3.3	-	4.6-5.3	0.8-1.3
	35.60-38.37	4.33-5.17	2.50-3.29	-	5.43-5.33	41.2-87.2
	42.07-45.43	22.17-24.00	2.20-2.54	-	5.10-5.18	50.3-93.3

**Kaynak:** Çelik ve Uysal (2009).

Ticari beyaz peynir üretim basamakları Çizelge 2.3' te özetlenmiştir. Beyaz peynir farklı sütlerden yapılabilmesine rağmen en uygun süt koyun sütüdür. İnek ve keçi sütü farklı oranlarda koyun sütüne karıştırılabilir. Ülkemizde endüstriyel ölçekte ağırlıklı olarak inek sütü kullanılmaktadır. İşletmeye gelen süte, ilk önce klarifikasyon işlemi uygulanır. Bu işlem sonucu süttten lökositler, hücre ve epitel parçaları, kirlilik etmenleri merkezkaç kuvveti prensibine göre uzaklaştırılmaktadır.

## 2.2 Beyaz Peynir Üretim Basamakları

Peynir yapılacak süt, kurumaddede yağ oranını ayarlamak için standardize edilir. Sütün protein yani kazein içeriği bu ayarlama da önemli bir faktördür. Sütte kazein miktarının arttığı dönemlerde yağ oranı düşebildiği gibi tam tersi bir durum da söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle işlenecek sütün yağ oranı mutlaka ayarlanmalıdır. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması Çizelge 2.2' de verilmiştir.

**Çizelge 2.2:** Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması

Sınıfı	Kurumaddede süt yağı %
Tam Yağlı	$45 \leq$ süt yağı
Yarım Yağlı	$25 \leq$ süt yağı $< 45$
Az Yağlı	$10 \leq$ süt yağı $< 25$
Yağsız	$10 >$ süt yağı

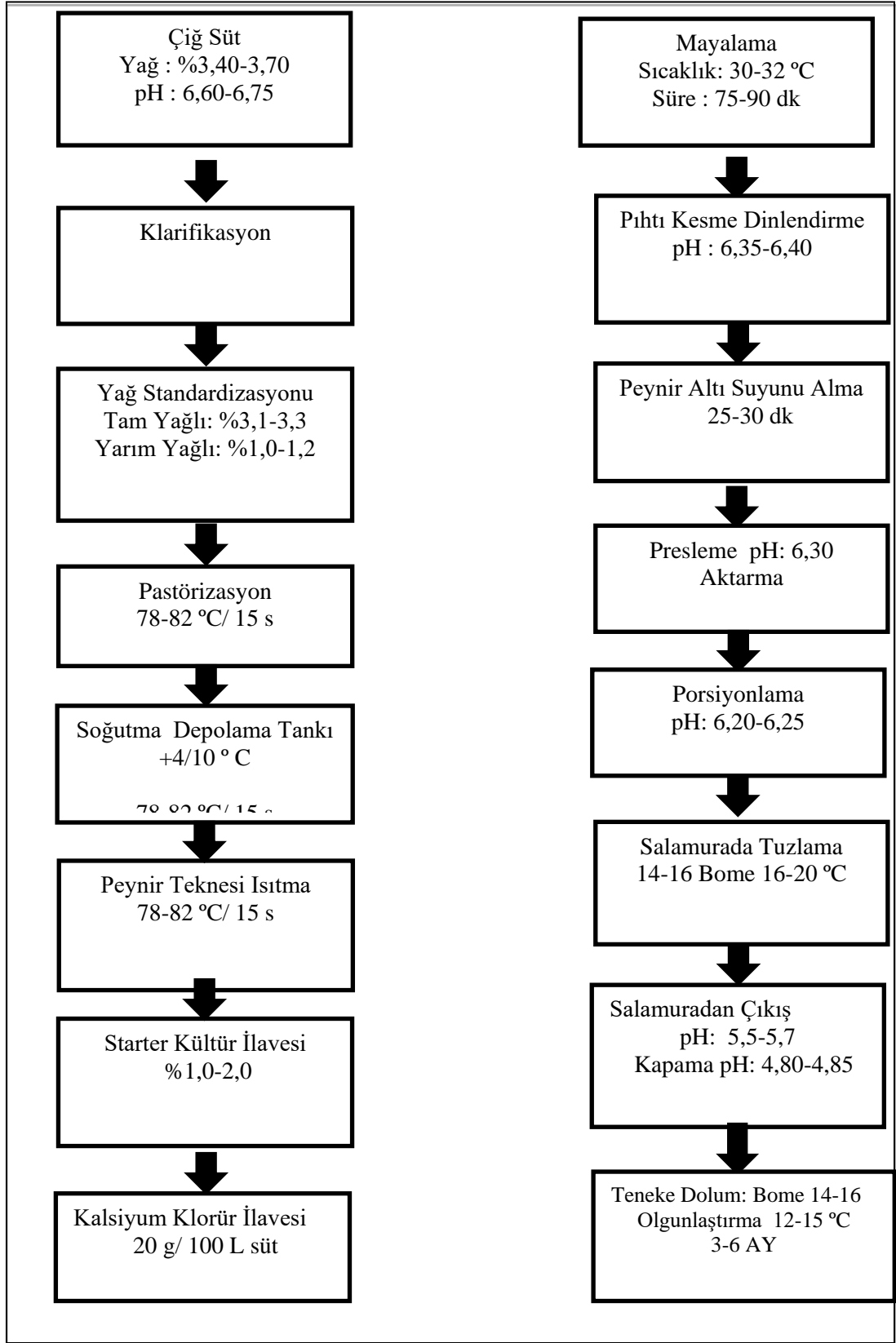
Hastalık etmeni mikroorganizmaların öldürülmesi ve enzimlerinin inaktif hale getirilmesi, peynir kalitesinde sorunlar yaşanmaması için çiğ süte ısıtma işlemi uygulanmalıdır. Isıtma sıcaklık ve süreleri aşağıdaki normlarda olabilir.

- 80–85 °C' de 2–3 saniye
- 72 °C' de 15 saniye
- 65 °C' de 20-30 dakika
- 63 °C' de 30 dakika



Isıl işlem sonrası süt 30-32 °C'ye soğutulur. Sonraki aşama starter kültür ilavesidir. Bu sayede istenmeyen mikroorganizmaların inhibisyonu, asit oluşumu, proteoliz ve lipoliz faaliyetleri sonucu aroma bileşiklerinin oluşumu sağlanır. Starter kültür %1-2 oranında katılır. Beyaz peynir üretiminde starter olarak *Streptococcus lactis-Lactobacillus casei* (2:1) veya *Streptococcus lactis-Lactobacillus casei-Lactobacillus plantarum* suşları kullanılabilir (Üçüncü, 2013). Pıhtının gevşek olmasını engellemek, peynir altı suyundan protein ve yağ kaybını önlemek için süte %0.02 oranında kalsiyum klorür eklenir. Bu sayede kazein miselleri toplanır, pıhtıda kalan su miktarı azalır ve süzme işlemi kolaylaşır. Yaklaşık 45 dakika sonra peynir mayası ilave edilir. Maya miktarı, sütü yaklaşık 90 dakikada pıhtılaştıracak şekilde hesaplanır. Her yeni üretimde maya kuvvetinin mayalama aşamasındaki süte göre hesaplanması gerekir. Süt bileşimi ve asitliği, mayalama sıcaklığı gibi parametreler maya kuvvetini etkiler. Pıhtının kesilmesinden amaç, sıvının (peynir altı suyu) dışarı çıkmasını hızlandırmak (sinerezis) ve pıhtıya istenilen şeklin verilmesini sağlamaktır. Pıhtı kenar uzunluğu 2-3 cm olan küpler şeklinde kesilir (Üçüncü, 2004). Kesilen pıhtıya 'teleme' adı verilir. Teleme peynir altı suyunun ayrılması için 5-10 dakika bekletilir (Yetişmeyen, 1995). Bu süre sonunda cendere bezi adı verilen bezlerde süzme işlemi gerçekleştirilir. Yaklaşık 30 dakika sonra her 100 kg süt için 30-40 kg basınç uygulanır (Yetismeyen, 1995). Basınç uygulama işlemi ağırlıklar yardımı ile yapılır. 3-6 saat uygulanan baskılama işlemi sonrası teleme yeterli sertliğe ulaştığında, pH değeri 5.2-5.3 olduğunda ağırlıklar kaldırılır, cendere bezi açılır ve teleme 7 x 7 x 7 cm. veya 8 x 8 x 8 cm. ebatlarında kesilir. 5-10 dakika beklenir bu sürede kalıplardan bir miktar daha su salınır. Peynirleri soğutmak ve kalan peynir altı suyunu temizlemek için 1-2 teneke soğuk su ilave edilir. Peynirler pH değeri 4.8 olana kadar dinlendirilir. İstenen pH değerine ulaştıktan sonra peynir kalıpları %14-16 tuz konsantrasyonuna sahip salamuraya konur. Salamuranın pH değeri 4.7-4.8, sıcaklığı 15-16 °C'dir. Yaklaşık 4-6 saat sonra peynir kalıpları tenekelere alınır, ara katmanlara iri tuz serpilir. Bu şekilde 1-2 gün 14-16 °C'lik ortamda bekletilir. Süre sonunda teneke içerisinde biriken su süzülür, tenekelere %12'lik salamura doldurulur ve kapatılır. Tenekeler 12-15 °C'de 3-6 ay süre ile olgunlaşmaya bırakılır ve olgunlaşma tamamlandınca 4 °C'de depolanırlar (Üçüncü, 2013).

**Çizelge 2.3:** Beyaz peynir üretim akış diyagramı



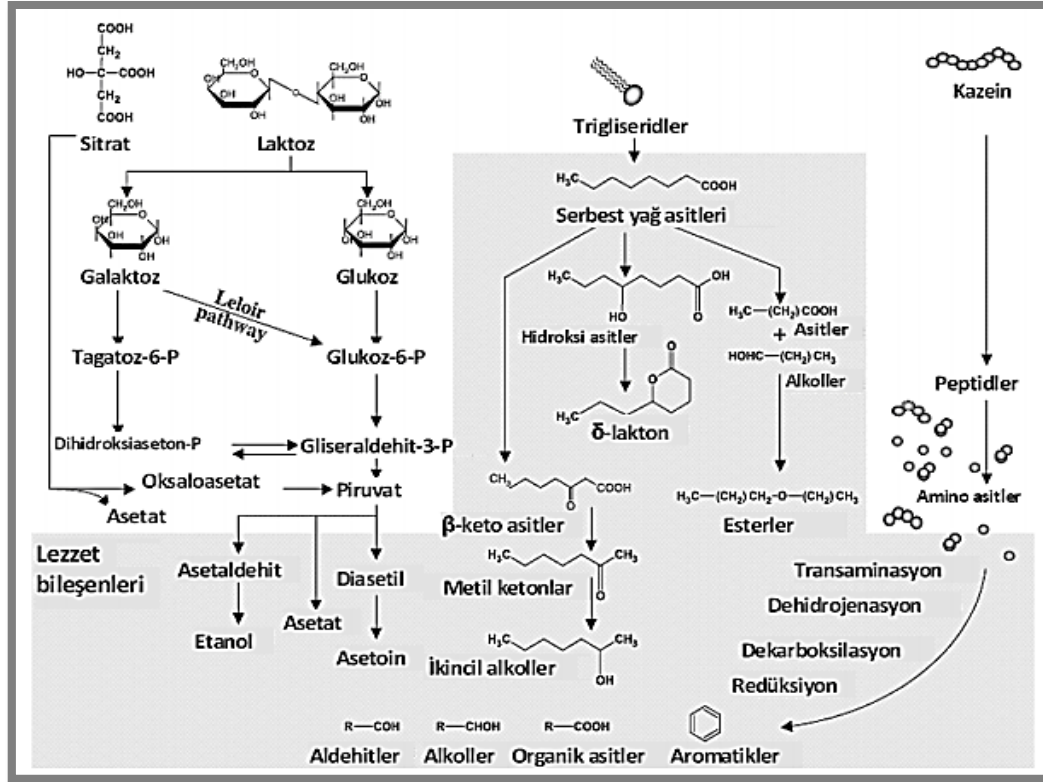
### 2.3 Peynirde Olgunlaşma ve Etkili Faktörler

Olgunlaşma; kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel süreçleri içeren, her peynirde kendine özgü aroma, koku, tat bileşenleri gibi organoleptik özelliklerin oluşması için gerekli süreyi kapsayan biyokimyasal olayların bir bütünüdür (Şekil 2.1). Taze tüketilen peynirler dışındaki tüm peynirler olgunlaştırma sürecinden geçer. Olgunlaşma sürecini yürüten ana etmen mikroorganizmalardır. Mikroorganizmalar ve enzimler bir dizi biyokimyasal olayı katalize eder. Mikroorganizmalar yeterli sayıda, doğru etki zamanında, yeterli sürede aktif olmalıdırlar (Üçüncü, 2004). Eğer süreç dengeli bir şekilde ilerlerse arzu edilen tat, aroma ve yapıda peynir elde edilir. Peynirin olgunlaşma sürecinde rol oynayan bileşenler:

- Peynir mayası
- Süt enzimleri
- Starter bakteriler ve enzimleri
- Starter olmayan bakteriler (Fox, 1989; Fox ve ark., 1996).

Olgunlaşma 3 temel biyokimyasal olay olan glikoliz, proteoliz ve lipolizin bir sonucudur. Türk Beyaz peynirine özelliklerini veren karakteristik değişiklikler olgunlaşma sürecinde salamurada meydana gelir (Hayaloğlu ve ark., 2002). Bu temel biyokimyasal yollarla üretilen bileşikler, olgunlaşma sürecinde ikincil katabolik değişimlere uğrar. Bu değişimler:

- Deaminasyon
- Dekarboksilasyon
- Amino asitlerin desülfürasyonu
- Yağ asitlerinin oksidasyonu
- Esterifikasyon gibi sentetik reaksiyonlar (Fox ve ark., 2017).



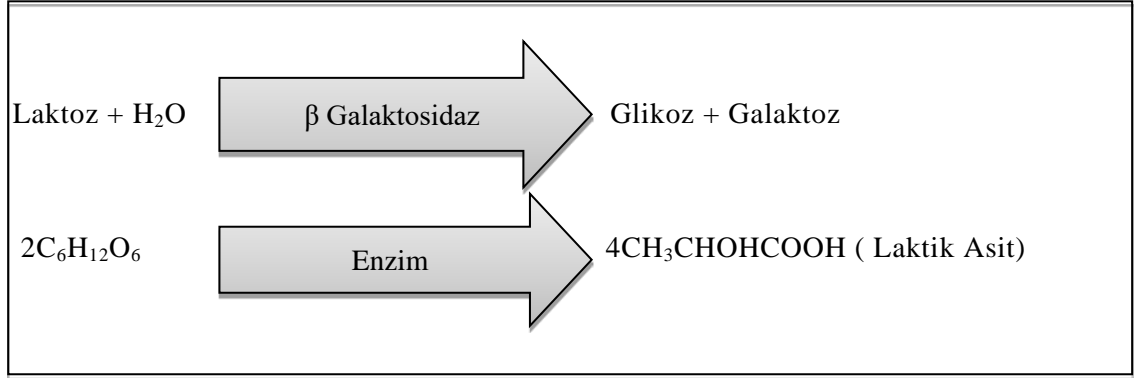
Şekil 2.1: Peynirde aroma oluşumunu sağlayan biyokimyasal olaylar

**Kaynak:** Marilley ve Casey (2004).

### 2.3.1 Glikoliz

Sütteki laktozun yaklaşık %96'sı peynir altı suyunda ayrılır. Pıhtıda kalan laktoz miktarı ise fermentasyon sonucu peynirin özelliklerini belirleyecek derecede önemlidir. Pıhtıdaki laktoz miktarı, nem içeriğine, kalıplamadan önce fermentasyon derecesine ve pıhtının su ile yıkanıp yıkanmamasına göre değişir (Fox ve ark., 2017).

Laktoz, laktik asit bakterileri tarafından homofermentatif laktik asit fermentasyonu sonucu önce glukoz ve galaktoza daha sonra laktik aside dönüşür (Şekil.2.2). Homofermentatif laktik asit bakterileri, Embden-Meyerhof Parnas'ın (EMP) fruktoz-1,6 difosfat metabolik yolunu izler. Altı karbonlu glikoz önce üç karbonlu piruvata ve sonrasında da laktik aside dönüşür. Bu katabolik reaksiyonlar, peynirin teknede işlenmeye başlamasını ve olgunlaşmanın ilk 24-48 saatinde kalan laktozun büyük bölümünün laktik aside dönüşmesini kapsar.



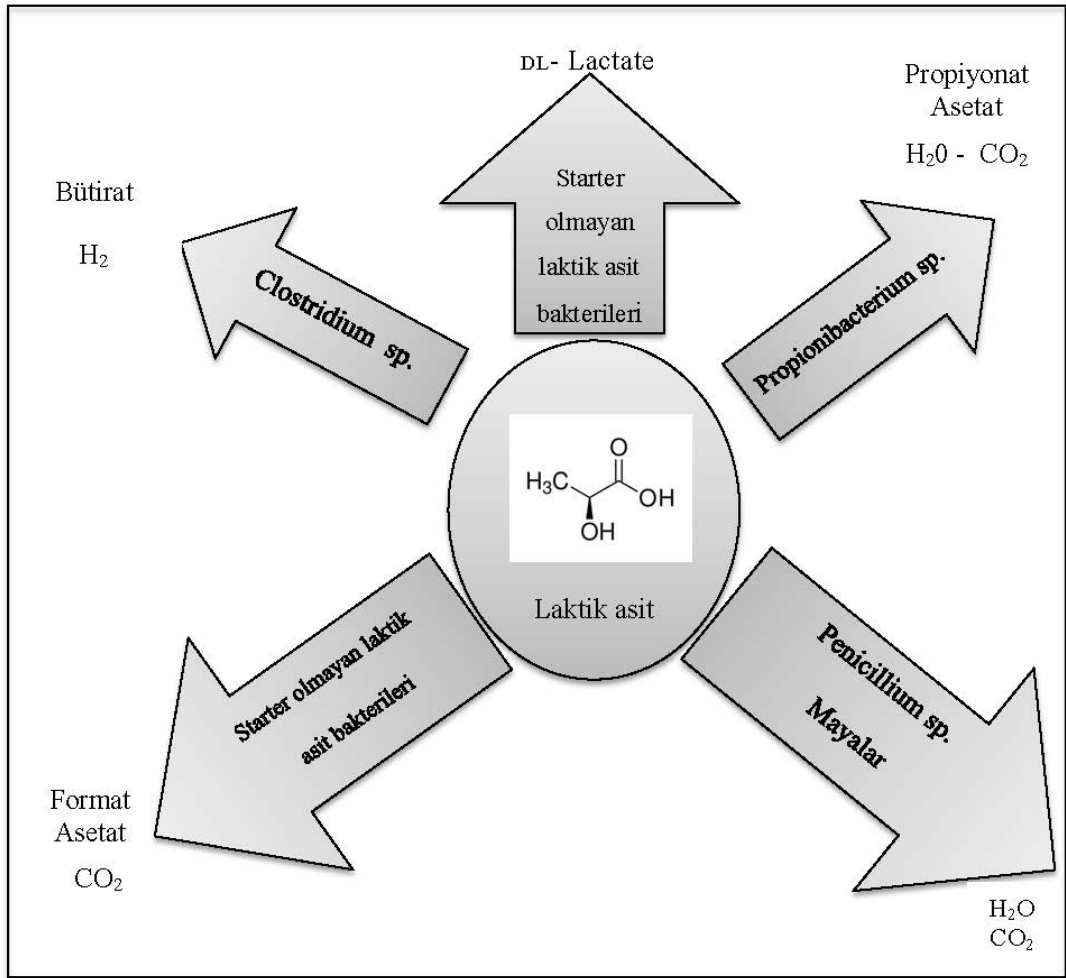
**Şekil 2.2:** Homofermentatif laktik asit fermentasyonu

Fakat heterofermentatif laktik asit bakterileri reaksiyonlara dahil olurlarsa glikozun parçalanmasında fosfoketolaz glikolitik yolunu izler ve asetik asit, propiyonik asit, etil alkol, karbondioksit, asetaldehit ve diasetil gibi yan ürünler oluşturabilirler (Üçüncü, 2004). Galaktoz, leukonostoklar ve galaktoz pozitif starter bakterilerin aktiviteleri sonucu Leloir metabolik yolu üzerinden glukoz-6-Fosfat'a veya laktokoklar tarafından Tagatoz metabolik yolu ile gliseraldehit-3-Fosfat'a dönüştürülür (Marshall ve Tamime, 1997; Marilley ve Casey, 2004).

### 2.3.1.1 Laktat metabolizması

Laktat, laktik asit bakterileri tarafından laktozdan üretilen ve peynirin olgunlaşma süreci boyunca gerçekleşen birçok biyokimyasal reaksiyonun temel bileşenidir (Şekil 2.3). D-Laktat bazen starter laktobasiller ya da starter olmayan laktik asit bakterileri tarafından direkt laktozdan oluşturulabilir (Fox ve ark., 2017). Bazı durumlarda da L-Laktatın rasemikleşmesi ile oluşabilir, bu durum starter olmayan laktik asit bakterilerinin kompozisyonu ile yakından ilişkilidir. Örneğin pediokoklar laktobasillerden daha hızlı rasemikleştirme reaksiyonunu gerçekleştirirler (Thomas ve Crow, 1983).

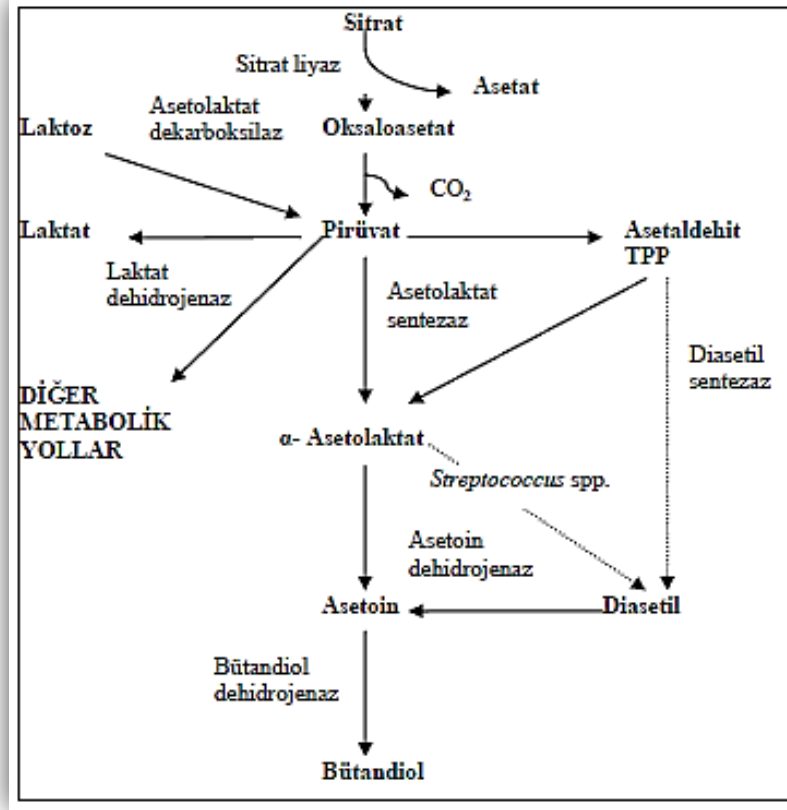
Laktatın rasemikleşmesi önemli bir reaksiyondur çünkü Ca-DL-laktatın çözünürlüğü Ca-L-laktattan daha düşüktür bu yüzden peynirin özellikle kesilen yüzeylerinde Ca-DL-laktat kristalleri beyaz lekeler oluşturur (Dybing ve ark., 1988).



Şekil 2.3 : Olgunlaşma süresince laktat metabolik yolları

### 2.3.1.2 Sitrat metabolizması

Sütün litresinde 175 mg sitrat bulunur. Sitratın büyük kısmı sütün çözünebilir kısmındadır ve peynir altı suyu ile ayrılır (Fox ve ark., 1993). Sitrat, sitrat-pozitif laktokoklar '*Streptococcus diacetylactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis*' ile *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* ve *Leuconostoc lactis* tarafından metabolize edilebilir. Asetat, diasetil, asetoin ve 2,3- bütandiol gibi ana lezzet bileşikleri sitrat metabolizması sonucu oluşur.



**Şekil 2.4:** Sitrata metabolizması

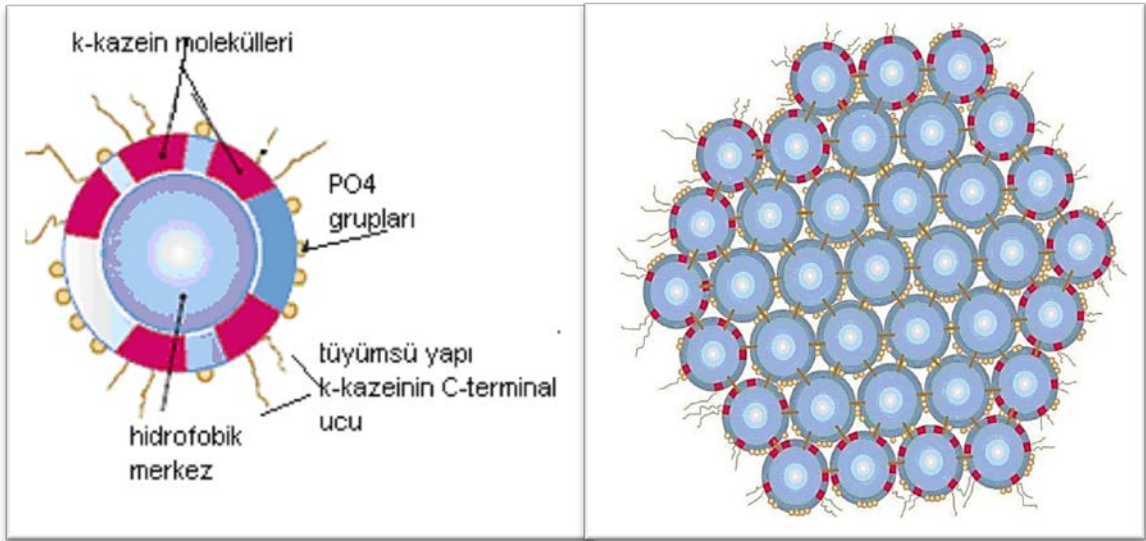
**Kaynak:** McSweeney ve Sousa (2000)

Diasetil, Cottage ve Quarg peynirlerini de içeren olgunlaşmamış peynirlerin ve birçok fermente sütün önemli bir aroma ve lezzet bileşenidir. Cheddar ve Hollanda peynirlerinin de aromasına katkıda bulunur (Fox ve ark., 2017). Diasetil; asetoin, 2,3-bütandiol ve 2-bütanona çevrilebilir (Law, 1984). Sitrata aynı zamanda başka bir fermente edilebilir şeker ile metabolize edilebilir. Sitrata pozitif kokların ve *Leuconostoc* spp.'nin faaliyetleri sonucu oluşan CO<sub>2</sub> Hollanda tipi peynirlerde tipik küçük deliklerin oluşmasından sorumludur (Fox ve ark., 2017).

### 2.3.2 Proteoliz

Süt proteinlerinin yaklaşık %80'i kazeinlerden, %20'si peynir altı suyu proteinlerinden (albüminler, globülinler, çeşitli degradasyon türevleri ve enzimler) oluşmaktadır. Bazı taze peynirler ve ultra filtrasyon uygulanmış süttten üretilen özel peynirler hariç, peynir altı suyu proteinleri peynir olgunlaşmasında büyük bir rol oynamaz. Kazeinler sütte miseller halinde yer

alır, her kazein miseli peynirin olgunlaşma süreci göz önüne alındığında 4 temel fraksiyondan oluşur. Bunlar  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  ve  $\kappa$  kazeinlerdir. Hepsi  $PO_4$ (fosfat) içerir, en az fosfat içeren  $\kappa$  kazeinlerdir. Kazein miselleri 10-15 nm çapında alt/sub misellerden oluşur. Birbirlerine yakın alt miseller arasındaki kalsiyum köprüleri iyonik bağlar oluşturulur. Alt misellerin çekirdek kısmında  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  kazein ve  $\beta$ -kazein, yüzey kısmında  $\kappa$ -kazein bulunur. Kolloidal kalsiyum fosfat demetiyle submiseller toplanarak kazein misellerini oluştururlar. Submiseller kolloidal kalsiyum-fosfat bağları ile hidrofobik ve hidrojen bağlarının ortak etkisi sonucunda birarada tutulmaktadır.

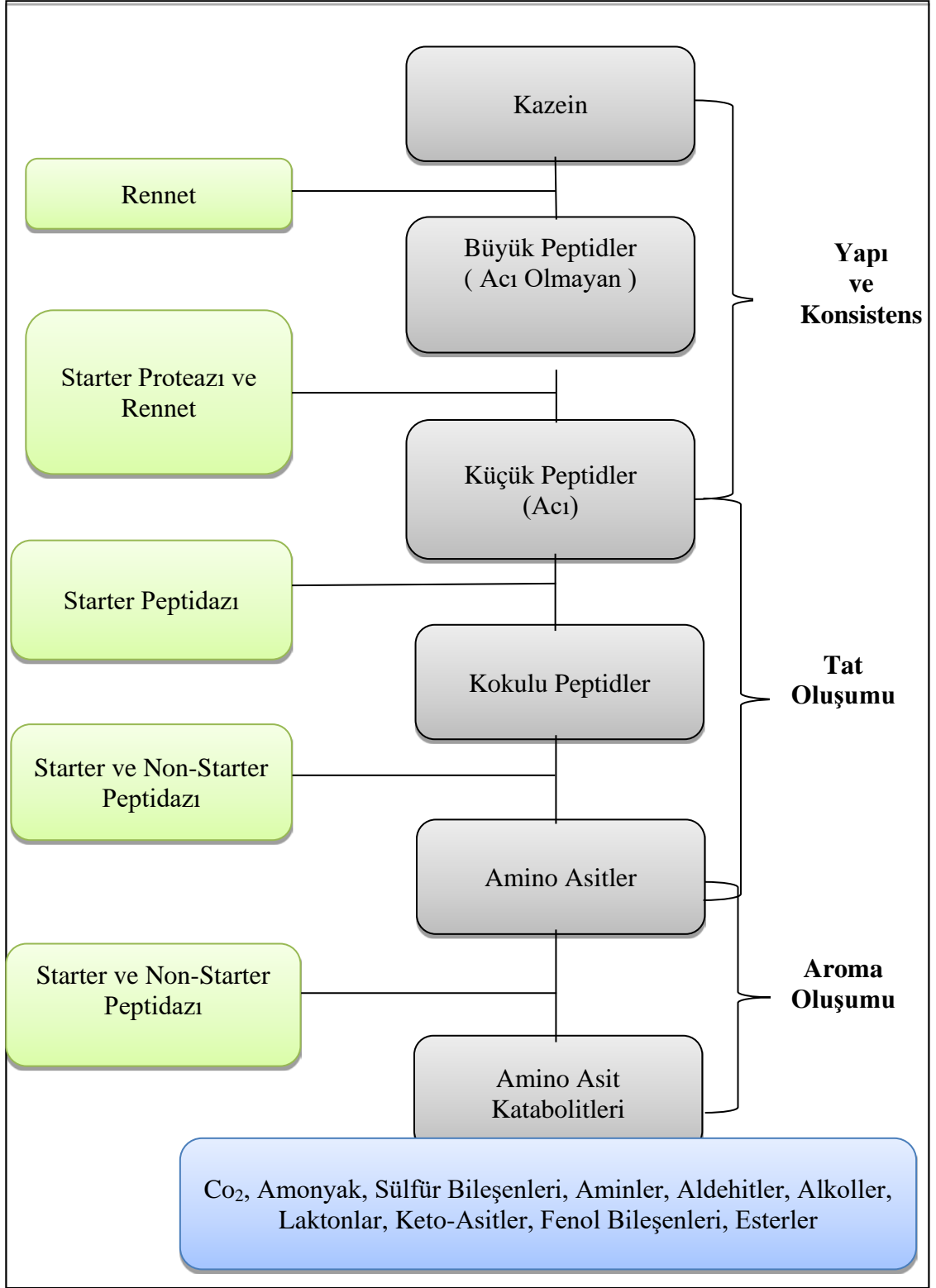


**Şekil 2.5:** Kazein submiseli (solda) ve kazein miseli (sağda)

$\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  ve  $\beta$  kazein hidrofobik peptidlerdir ve kalsiyuma duyarlıdırlar.  $\kappa$ -kazeinin C ucundaki bölgede trisakkaritler ve tetrasakkaritler bağlıdır. Bu oligosakkaritler C ucunun hidrofiliğini artırır (Fox ve ark., 2017).

$\alpha$ -kazeinler birçok proteolitik enzim tarafından parçalanabilir. Bu enzimler, sütteki doğal enzimler, pıhtılaştırıcıdan gelen enzimler, starter bakterilerin enzimleri hatta kontaminasyon sonucu sürece dahil olan mikrofloranın enzimleri olabilir.  $\beta$ -kazeinler proteolitik enzimlerin çoğuna dirençli olmasına rağmen süt proteazları ve plasmin,  $\beta$ -kazein degradasyonunda etkilidir. Proteolizde önce pıhtılaştırıcı enzimler tarafından kazein büyük molekül ağırlıklı peptidlere parçalanır. Daha sonra starter bakteriler devreye girer ve hücre içi proteaz enzimleri, küçük molekül ağırlıklı peptidleri oluşturur. Ardından peptidazlar tarafından serbest amino asitler açığa çıkar (Şekil 2.6).





**Şekil 2.6:** Peynir olgunlaşmasında protein degradasyon basamakları

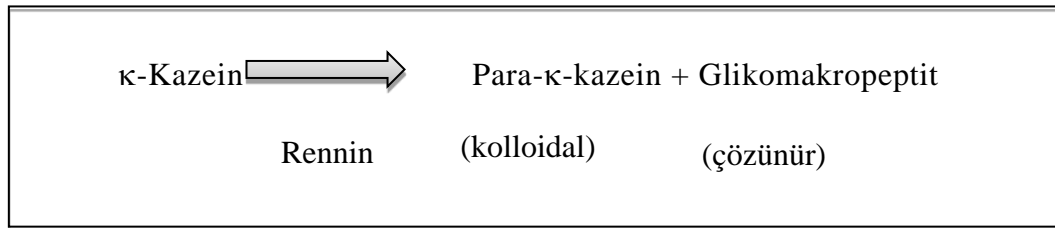
**Kaynak:** (Anonim, 2020c).

### 2.3.2.1 Kazeinin pıhtılaşması

Peynir teknolojisinde kazeini pıhtılaştırmak için bitkisel, hayvansal ve mikrobiyolojik kaynaklardan elde edilen enzimler (proteazlar) kullanılabilir. Bu enzimler kazeinin koloidal yapısını bozar ve pıhtılaşmasını sağlar. Rennin (kimozi) enzimi (hayvansal proteaz) beyaz peynir üretiminde en çok tercih edilen enzim çeşididir (Üçüncü, 2004). Rennin ile pıhtılaşma 3 aşamada olur:

- Enzimatik proteoliz
- Kümeleşme (agregasyon)
- Jelleşme

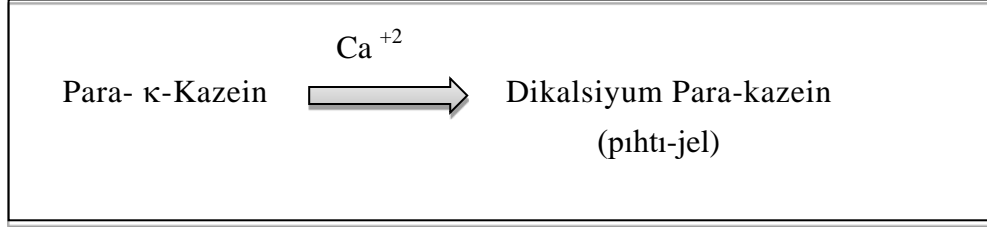
**Enzimatik Proteoliz:** Rennin, süt pıhtılaşma aşamasında  $\kappa$ -kazeinin Phe<sub>105</sub>-met<sub>106</sub> arasındaki peptid bağına hidrolize eder, para- $\kappa$ -kazein ve kazeinomakropeptit (glikomakropeptit) olmak üzere iki kısma ayırır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Enzimatik proteoliz

**Kümeleşme (Agregasyon):** Misellerdeki  $\kappa$ -kazeinin en az %85'i parçalanır, stabiliteyi bozular. Ortamdaki Ca<sup>+2</sup> iyonu vasıtasıyla miseller birleşerek pıhtılar oluştururlar. Buna agregasyon (kümeleşme) denir. Misellerin kümeleşmesine etki eden en önemli faktörlerden biri süte uygulanan ısı işlem çeşididir. Yüksek ısı işlem serum proteinlerinin denatürasyonuna ve sütte bulunan iyon halindeki kalsiyumun miktarında değişimlere sebep olduğu için kümeleşmeyi olumsuz etkiler.

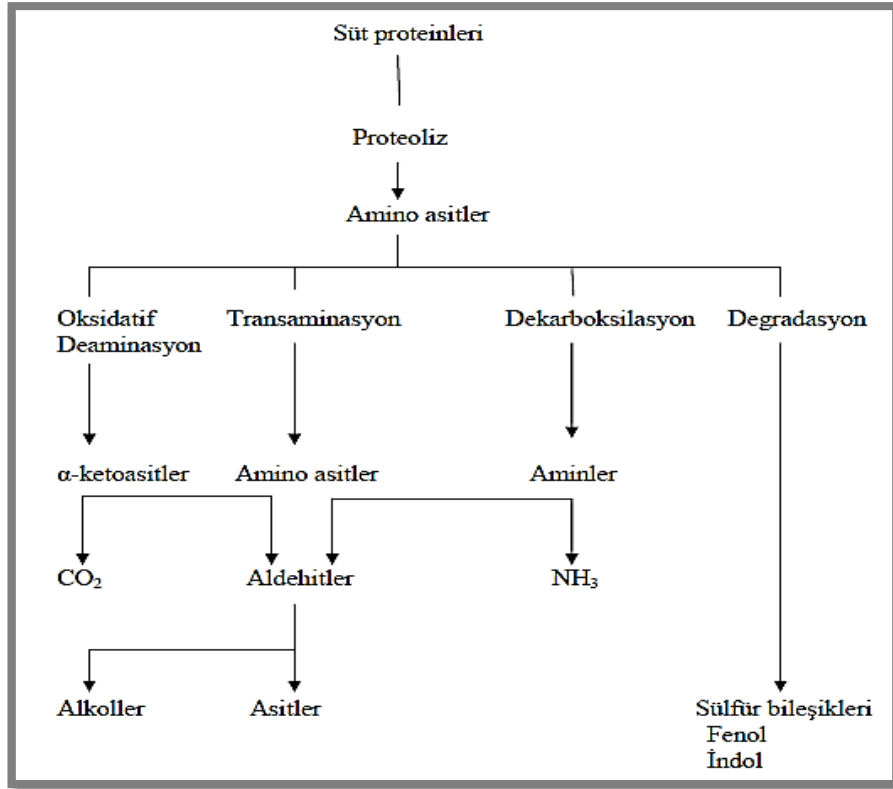
**Jelleşme:** Kazein miselleri kümeleşmeye devam eder. Daha büyük partiküllerden oluşan protein ağı oluşur, bu ağa da jelleşme denir (Şenel, 2020).



**Şekil 2.8:** Jelleşme

### 2.3.2.2 Proteolizin tat ve lezzet bileşiklerinin oluşumuna katkısı

Proteoliz, peptitlerin ve serbest amino asitlerin ortaya çıkması ile peynir tadına katkıda bulunur ve hoş lezzet bileşiklerinin oluşmasını sağlar (Şekil 2.9).



**Şekil 2.9:** Amino asitlerin katabolizması

**Kaynak:** Le Quéré ve Molimard (2002).

Proteinlerin degradasyonu sonucu peynire yaptığı katkıları 3 aşamada inceleyebiliriz.

Birinci aşamada proteinaz aktivitesi sonucu proteinler peptidlere parçalanır. Geniş peptidler peynir aromasına direkt bir katkı sağlamaz fakat peynirin yapı ve konsistensini etkiler. Oluşan bu peptidler genellikle acı tada sahiptir (Sousa ve ark., 2001).

İkinci aşamada etkili olan peptidaz enzimlerinin aktiviteleri sonucu daha küçük hoş kokulu, lezzetli peptidler ve genellikle tatlı aromaya sahip amino asitler açığa çıkar. Bu aşamada temel peynir aromasından sorumlu bileşenler baskındır (Engels ve Visser, 1994).

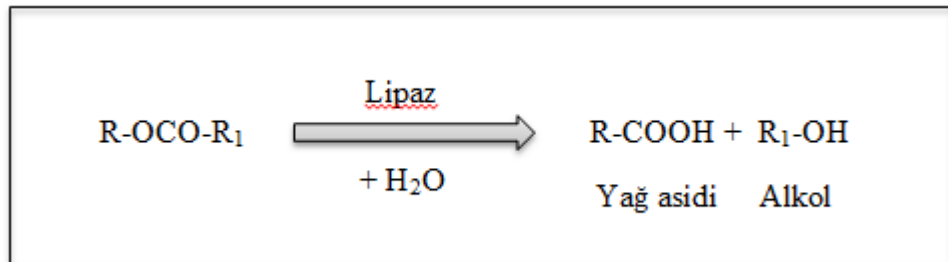
Üçüncü aşamada amino asitlerin deaminaz ve dekarboksilaz enzimleri tarafından bozunması gerçekleşir. Oluşan bileşiklerin çoğu putresin, amalin ve kadaverin gibi sülfür içeren diaminler çok kuvvetli tada sahip uçucu aromatik bileşikleridir. Bu bileşiklerin çok düşük miktarları bile peynirin aroma profiline etki eder (Anonim, 2020c).

Genel olarak yüksek kaliteli bir peynir elde etmek için bu üç aşamanın dengelenmesi önemlidir. Olgunlaşmış peynirler için konsistens, tat, aroma, lezzet genel kalite parametreleridir.

### 2.3.3 Lipoliz

Lipoliz peynirin olgunlaşması sırasında gerçekleşen önemli biyokimyasal olaylardan biridir. Lipolizin farklı türlerde peynirlerde aroma ve kaliteye katkısı farklıdır. Danish Blue, Gorgonzola, Roquefort ve sert İtalyan peynirleri gibi çeşitlerde lipoliz aroma oluşumunun kilit rolünü oynarken, Cheddar ve Gouda gibi peynirlerde aromaya etkisi çok da fazla değildir (Collins ve ark., 2003). Lipidlerin enzimatik hidrolizi lipolitik enzimler olan lipazlar vasıtasıyla gerçekleştirilir. Lipazlar hidrolaz grubuna ait karboksilesteraz alt grubu enzimleridir. Hem sütte hem mikroorganizmalarda bulunabilir.

Lipidlerin enzimatik hidrolizi aşağıda şematize edilmiştir.



Şekil 2.10: Enzimatik hidroliz

Sütün düşük oksidasyon-reduksiyon potansiyeli nedeni ile lipidlerin oksidatif degradasyonu mümkün olmamaktadır (Fox ve Wallace 1997; McSweeney ve Sousa 2000; Collins ve ark., 2003). Tüm peynirlerde trigliseridler farklı

lipazların aktivitesi sonucu hidrolize uğrar, olgunlaşma sürecinde de serbest yağ asitleri açığa çıkar.

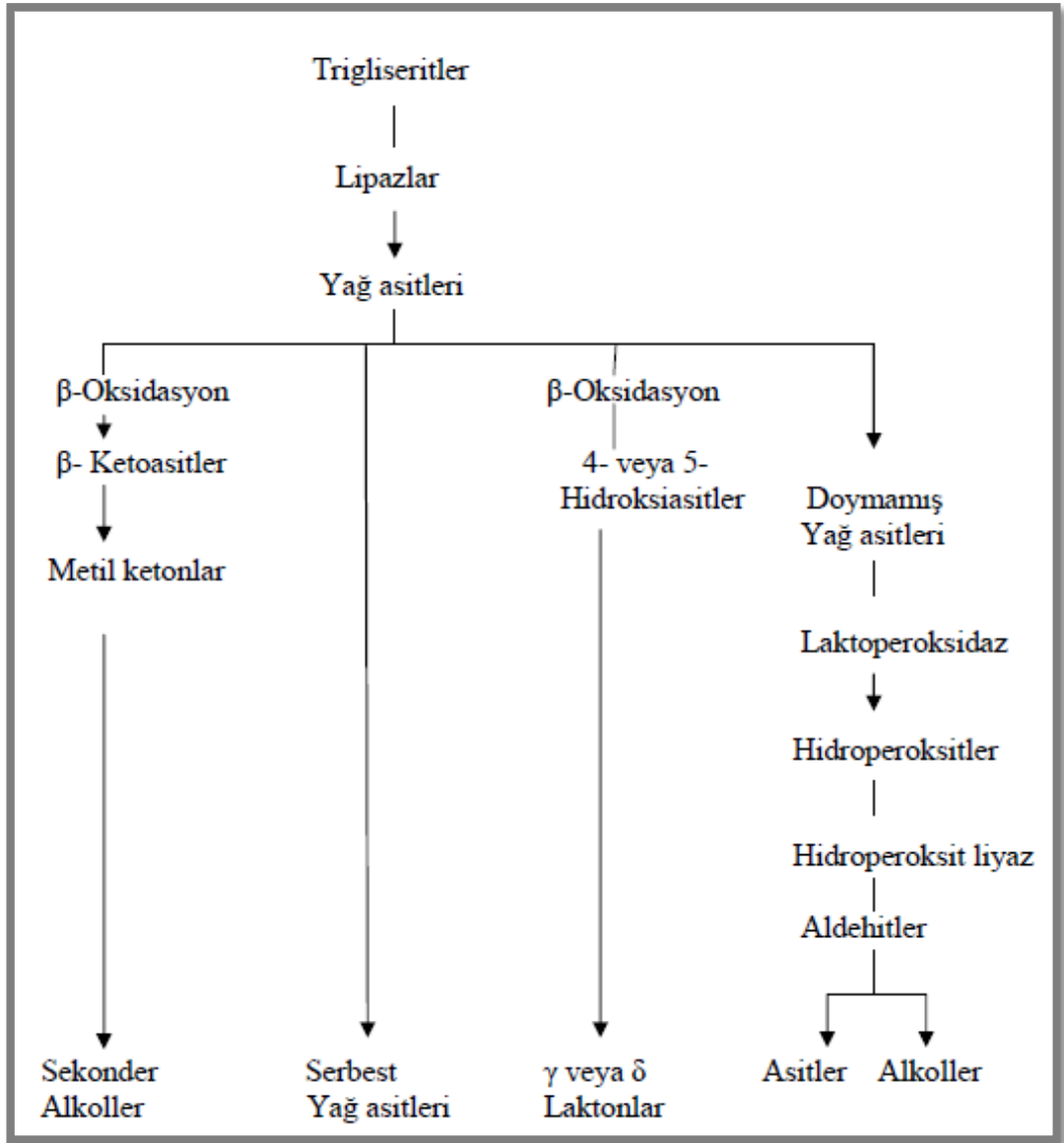
Lipazların aktivite gösterebilmeleri için suyun lipit fazda çözünmesi gerekmektedir. Lipit-su emülsiyonlarında lipit fazı ne kadar küçük partiküller şeklinde dağılmışsa enzim aktivitesi o kadar artar.

Süt lipidleri, lipoprotein zarı ile sarılmış globüller şeklinde süspansiyon olarak bulunur. Çiğ sütte doğal olarak lipaz bulunur ve ısı işlem görmediği için 'globül membran' enzimi korur. Ayrıca çiğ sütte bulunan mikroorganizmalar da lipaz enzimi üretebilir. Her ne kadar ısı işlem süt lipazını inaktif hale getirirse de bazı mikrobiyal lipazlar ısıya dayanıklı oldukları için aktivitelerini korurlar. Lipolitik aktivite çiğ ve pastörize süttten yapılan sütleri birbirinden ayıran en önemli özelliktir. Olgunlaşmanın ileriki aşamalarında aşırı lipaz aktivitesi lezzet açısından olumsuzluk oluşturabilir (Üçüncü, 2013).

Peynir yapımı için kullanılacak olan süte uygulanan homojenizasyon, çalkalama, köpürtme gibi teknolojik işlemler lipid globül membranına zarar vererek lipaz enziminin aktivitesini arttırır. Peynir üretimi esnasında yağın yaklaşık %90'lık bir kısmı pıhtıda kalır ve peynire geçer.

Lipoliz sonucunda açığa çıkan serbest yağ asitleri (SYA), özellikle kısa ve orta zincirli yağ asitleri doğrudan peynir aromasına katkı sağlar, asetik, bütirik, kaproik, kaprilik ve kaprik asitler peynir aromasını etkileyen en önemli serbest yağ asitleridir (Koçak ve ark., 1994). Uzun zincirli yağ asitleri (>12 karbon) yüksek algı eşiklerine sahiptir, lezzete çok fazla bir katkı sağlamazlar (Kheadr ve ark., 2002).

Peynirlerde bulunan serbest uçucu yağ asitleri ile tat ve aroma arasında yakın bir ilişki olup, bununla birlikte SYA laktonlar, esterler, metil ketonlar, alkanlar ve ikincil alkoller gibi (Şekil 2.11) lezzet ve aroma bileşiklerinin üretimini sağlayan katabolik reaksiyon için öncü moleküllerdir (McSweeney ve Sousa, 2000).



**Şekil 2.11:** Serbest yağ asitlerinin katabolizması

**Kaynak:** Le Quéré ve Molimard, (2002).

Beyaz peynirlerde salamurada olgunlaşma aşamasında düşük oranda bir lipoliz açığa çıkar. Salamura peynirlerde kullanılan süt türü, süt lipazı, bakteriyel lipazlar ya da sonradan eklenen lipazlar, homojenizasyon, pastörizasyon, salamura konsantrasyonu, olgunlaşma sıcaklığı lipolizi etkiler (Abd El-Salam, 1987).

Akalın ve ark., (1998) ticari Türk Beyaz peynirlerinde toplam serbest yağ asitleri içinde; palmitik ( $C_{16}$ ) ve stearik ( $C_{18:1}$ ) asitlerin sırasıyla %27,88 ve %20,77 oranları ile baskın serbest yağ asitleri olduğunu bulmuşlardır.  $C_4$  ve  $C_{20}$  arasındaki çoğu serbest yağ asidi, mantar lipazları tarafından trigliseritlerin

lipolizi yoluyla üretilirken C<sub>2</sub> ve C<sub>6</sub> arasındaki yağ asitlerinin bir kısmı laktoz ve amino asitlerin bozulmasıyla oluşur (Sousa, 2003).

## **2.4 Peynirlerde Bozulmalar ve Etkenleri**

### **2.4.1 Bozulmanın genel tanımı**

Gıda bozulması bir gıda maddesinin kullanımını sınırlayacak, tüketilebilirliğini azaltacak veya ortadan kaldıracak değişikliklerle oluşur. Gıda bozulmalarında tatta farkedilen ve farkedilemeyen değişiklikler meydana gelebilir. Tüm değişiklikler gıdanın bozulduğunu göstermez. Bozulmuş gıdalar tüketim için uygun olmasa da insan sağlığı açısından risk teşkil etmeyebilir. Gıda bozulmalarını 4 başlık altında toplayabiliriz:

- a. Fiziksel bozulmalar: Gıdalarda kabarma, kristalleşme, sedimentasyon, topaklanma, yumuşama, erime, kuruma ve sertleşme gibi değişimlerdir. Renk, görünüm, aroma, yapı gibi kusurlar ortaya çıkabilir. Besin değerinde, kabarmabilme, jelleşebilme gibi çeşitli fonksiyonlarda kayıplar oluşabilir. Yüksek nemli gıdaların su kaybı sonucu buruşması, kuru gıdaların nem çekerek yumuşaması ve topaklanması, uzun süre soğukta depolama sonucu et ve et ürünlerinde donma yanıkları fiziksel bozulmalara örnek gösterilebilir Fiziksel bozulmalar gıdalarının işlenmesi ve paketlenmesinin uygun koşullarda yapılması ile önlenabilir (Aksu, 2020).
- b. Kimyasal bozulmalar: Gıdanın oksijenle veya birbiriyle reaksiyonları ve enzimatik aktivite ile katalizlenen reaksiyonlar bulunur. Maillard esmerleşmesine proteinler ve karbonhidratlar arasındaki kimyasal reaksiyon gıda ürününün renk, lezzet ve kokusunda değişikliklere neden olur. Bu tip kızarma, pişmiş ürünler ve kavrulmuş kahvede arzu edilir, ancak kızarmamanın istenmediği gıdalarda zararlıdır. Oksidatif ransidite, doymamış katı ve sıvı yağlarda kimyasal bir değişikliktir, kötü tatlar ve kokular üretir. Bu ve diğer kimyasal reaksiyonlar gıdanın duyuşal özelliklerini etkiler ve ürünlerin besin değerini önemli ölçüde değiştirebilir (Sancho-Madriz, 2003).

- c. **Biyolojik bozulmalar:** Gıdalarda doğal olarak bulunan enzimler gıdaların yapısında aroma, tat-koku ve besin değerlerinde istenen veya istenmeyen değişikliklere sebep olabilir. Meyve ve sebzelerin enzimatik esmerleşmesi, muz gibi meyvelerin enzim etkisiyle aşırı olgunlaşım yumuşaması ve yağların lipaz etkisiyle acılaşması bu tip bozulmalara örnek olarak verilebilir. Meyve ve sebzelerde bulunan polifenol oksidaz, peroksidaz, lipoksidaz, klorofilaz ve askorbik asit oksidaz gibi enzimler esmerleşme ve bozulmalara yol açmaktadır (Çakmak, 2020).
- d. **Mikrobiyolojik Bozulmalar:** Bakteriler, mayalar ve küfler, gıdaların bozulmasına ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilecek farklı mikroorganizma türleridir. Ürettikleri toksin ve metabolitler gıdanın tüketimini riskli hale getirir. Mikrobiyel bozulma sonucu küflenme, kokuşma, yumuşama, ekşime, acılaşma, gaz oluşumu, çürüme oluşabilir. Bozulmada mikrobiyel aktivite sırasında oluşan asitler, alkoller, diasetil, diaminler(putressin, kadaverin), trimetilamin, dimetilsülfür, hidrojen sülfür, amonyak vb metabolitlerin etkileri önemlidir.

#### **2.4.2 Beyaz Peynirlerde Görülen Bozulmalar**

Peynir, besin açısından zengin bir süt ürünüdür, yüksek oranda tüketilen gıdaların temel bileşenleri olan iyi bir protein, mineral, özellikle kalsiyum ve fosfor kaynağıdır. Bu yüzden fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal bozulmalara maruz kalabilir. Mezofilik ve psikotrof mikroorganizmalar, lipidlerin oksidasyonu ve enzimatik ayrışma peynirin stabilitesini etkileyen ana faktörlerdir (Jalilzadeh ve ark., 2015). Peynirin bozulması ve dolayısıyla raf ömrü, büyük ölçüde mikrobiyel durumuna ve üretim ve depolama sırasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlere bağlıdır. Süt ürünlerinin yüksek hijyen standartlarında üretilmesi, fiziksel ve kimyasal prosesleri kalite ve raf ömrünü sınırlayan en önemli faktörler haline getirmiştir. Peynirlerde bozulmaları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ana başlıkları altında 9 alt başlıkta toplayabiliriz.

- Oksidasyon
- Proteoliz
- Lipoliz



- Erken ve geç şişme
- Tenekede bombaj
- Küflenme
- Yumuşama
- Salamurada uzama

#### **2.4.2.1 Oksidasyon**

Peynirlerde oksidasyon; ısı yolu ile, enzimatik olarak, geçiş metallere sahip olanların mevcudiyeti ve ışığa maruz kalma ile indüklenebilir. Bunun sonucunda lipid türleri alkanlar, alkenler, aldehidler, alkoller, ketonlar, esterler ve / veya asitlerin oluşması ile istenmeyen aromalar gelişir (Belitz ve Grosch, 1999; Frankel, 1982). Bununla birlikte, amino asitlerin ve proteinlerin oksidasyonu sonucu da metional ve sülfidler gibi kötü aromalar da oluşabilir (Kim ve Morr, 1996; Patton, 1954).

Yarı sert ve sert peynirlerde oksidasyon; proteinleri, vitaminleri, besin değerini, kanserojen bileşiklerin oluşumunu, fiziksel özelliklerde değişiklikleri ve pigment bozulmasını etkileyebilir. Ürünün renginin solmasına neden olur (Mortensen ve ark., 2004; Skibsted, 2000).

Oksijen, ışığa bağlı oksidasyonun meydana gelmesi için bir ön koşuldur ve peynirin oksidatif bozulmasını önlemenin en etkili yolu oksijen konsantrasyonunu en aza indirmektir (McSweeney, 2007)

#### **2.4.2.2 Proteoliz**

Süt proteinleri süt ürünlerinin yapısını, lezzetini ve işlevselliğini etkiler, bu nedenle peynirde proteoliz ürün kalitesi için önemlidir. Çiğ sütte bulunan kazein hidrolizi ve çiğ sütte bulunan plazmin proteazı peynir verimini etkiler ve plazmin aktivitesi kısmen peynir olgunlaşmasından sorumludur. Plazmin ısıya çok dayanıklıdır, peynir üretim sürecinde aktivitesini sürdürebilir. Bununla birlikte bazı rennet ikameleri de yüksek aktivite gösterebilir. Aşırı proteolizin tat üzerindeki etkileri üzerine birçok çalışma yayınlanmıştır (Fox ve ark., 1996). Bu aktivite sonucu acı peptidler açığa çıkar ve oranları arttıkça tat kusurları oluşur. Bu peptidler hidrofobik karakterdeki amino asitler bakımından zengindir. Acı peptidlerin büyük kısmı  $\alpha$ 1 ve  $\beta$  kazeinin hidrolizi sonucu

oluşur. Konsantrasyonları arttıkça acılaşıma algılanır düzeye gelir. *Pseudomonas*, *Aeromonas* ve *Acinetobacter* cinslerine ait psikrotrofik bakterilerden termostabil proteazlar da, ısıtılardan etkilenmeden peynirde acılıklara yol açan proteolize neden olabilir (Farkye, 2000).

#### 2.4.2.3 Lipoliz

Peynirdeki trigliseritlerin peynir olgunlaşması sırasında hidrolitik ve enzimatik hidrolizasyona (endojen ve ekzojen lipazların etkisiyle) uğraması sonucu kısa zincirli yağ asitleri açığa çıkar. Bunlardan bütirik asit, kapronik asit, kaprinik asit keskin koku ve tada sahiptir. Serbest hale geçtiklerinde peynirde hoşagitmeyen ransit ya da sabunumsu bir tat oluştururlar (Üçüncü, 2008). Lipoliz, bazı sert İtalyan peynirlerinin ve mavi peynirlerin üretiminde gereklidir ve Cheddar, Gouda ve İsviçre peynirinde daha az oluşması istenir. Bununla birlikte, aşırı lipoliz istenmez ve ransit tat veren bileşiklerin gelişmesiyle sonuçlanır (Collins ve ark., 2003; McSweeney, 2004; McSweeney ve Sousa, 2000). Peynirdeki lipolitik ajanlar süttten, pıhtılaştırıcı enzimden, starter kültürden ya da bulaşıma yolu ile *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas* cinsi bakterilere ait ısıya dayanıklı enzimlerinden gelmiş olabilir (Farkye, 2000).

#### 2.4.2.4 Erken ve geç şişme

Peynirlerin çoğunluğunda (Emmental, Gruyere, Gouda vb. peynirler hariç), pıhtı oluşumu, tuzlama veya olgunlaşma sırasında peynir kütesinde gözenek oluşumu genellikle bir kusur olarak kabul edilir (McSweeney, 2007). Peynir üretim sürecinde süte ya da peynire bulaşan koliform bakteriler (*Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes* vb.), asitliğin yavaş geliştiği durumlarda laktozu heterofermentatif olarak fermente eder, laktik, asetik asidin haricinde CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> gazlarını üretirler. Bu gazlar peynirin iç kısmında birikmeye başlar, teleme gazın oluşturduğu basınca dayanamayacak hale gelince gazlar peynir kitlesini deler ve uzaklaşır. Gaz oluşumu presleme, tuzlama aşamasında veya peynir yapımından sonraki ilk haftada gerçekleşir. Peynire süngerimsi bir yapı verir. Gaz oluşumu üretim esnasında veya üretimden kısa bir süre sonra oluştuğu için 'erken şişme' adını alır. Kötü bakteriyolojik kaliteye sahip çiğ süttten yapılan peynirlerde çok daha sık görülür ve ortam

sıcaklığı yüksek olduğunda artar. Erken şişme, antibiyotik içeren sütlerin işlenmesinde sık görülür. Özellikle penicilin ve benzeri antibiyotikleri içeren sütler, starter kültürlerin gelişimini engeller, koliform grubu bakteriler baskın hale gelebilir (Üçüncü, 2008).

Peynir üretiminden sonra ortaya çıkan, peynirde istenmeyen iri gözeneklerin, çatlak ve yarıkların oluşmasına neden olan, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum* bakteri türleri tarafından oluşturulan şişme problemine ‘geç şişme’ adı verilir. Clostridium türleri laktatı anaerobik koşullarda bütirik asit, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>’e metabolize ederler. Vejetatif formları ısıtma sırasında inaktif hale geçse de sporları etkinliklerini sürdürür. Büyümeleri için en uygun pH 5,8 olmasına rağmen pH 4,5-7,5 aralığında büyüebilirler. Optimum pH’da %5-6 oranında tuz içeren ortamda aktif olabilirler. Salamura Beyaz peynir ortamı *Clostridium* türlerinin kusura sebep olacak kadar sayıya ulaşması için elverişli değildir (Özer, 2014) fakat nadiren, peynirin pH’ı 5,0’ın üzerinde olduğunda ve aynı zamanda nemdeki tuz oranı %5’in altında olduğunda, peynirler 1 veya 2 aylık depolamadan sonra bu kusuru gösterebilir. *Clostridium* türleri toprakta, hayvan dışkısında, yemlerde, kötü kalite silo yemlerinde, yeşil ve kuru otlarda bulunur ve buradan süte bulaşır. En radikal önlem, kaliteli silaj kullanarak üretim aşamasında ilk süt kontaminasyonunu sınırlamak ve sağım sırasında kontaminasyonu önlemektir (Bintsis ve Papademas, 2002; Hayaloğlu ve ark., 2002).

#### **2.4.2.5 Tenekede bombaj**

Bazen geç şişme ile karıştırılan bombaj, beyaz tuzlu peynir kaplarının şişmesidir. Kap açıldıktan sonra herhangi bir kötü koku ya da tat tespit edilmemektedir. Sorun pastörizasyon sonrası gaz üreten bakterilerin kontaminasyonundan kaynaklanmaktadır. Genellikle laktozun yanında sitratı da kullanan heterofermentatif laktik asit bakterilerinin CO<sub>2</sub> üretmesi sonucu oluşur. Bazen *Bacillus* türleri de bu soruna yol açabilir (Abdel-Fatah ve ark., 1998). Kullanılan salamura da bazen maya kontaminasyonuna sebep olabilir. Vivier ve ark. (1994) şişme problemleri feta peynirlerinde yaptıkları çalışmada *Kluyveromyces blattae*, *Kluyveromyces thermotolerans* ve *Candida sphaerica* mayalarını sorumlu bulmuşlardır. Eğer kontaminasyon çok ciddi boyutlarda

değilse ve peynirler 4 °C'nin altında depolanırsa mayalar problem yaratmayabilir (Cosentino ve ark., 2001).

#### **2.4.2.6 Küflenme**

Bazı küfler, küfle olgunlaştırılmış peynirlerde ikincil mikrobiota olarak istense de salamura beyaz peynirlerin yüzeyinde gelişmeleri bir kusurdur. En sık bulunan küfler *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Alternaria* ve *Geotrichum* cinsine aittir. Küf gelişimi sonucu birçok istenmeyen sorun ortaya çıkar. En tehlikelisi aflatoksin oluşumudur. Bununla birlikte peynir yüzeyinde sarımsı, mavimsi, grimsi renk değişimi olur. Eğer peynirde koruyucu olarak sorbat kullanıldıysa, sorbata dayanıklı küflerin metabolizması sonucu ester, kerosen, plastik kokusu gibi istenmeyen kokular oluşabilir. Çürüme gerçekleşebilir. Peynir kalıpları devamlı salamuranın içinde kalıbın yüzeyi de tamamıyla kapatılacak şekilde tutulursa küflenme sorunu engellenebilir (Filtenborg ve ark., 1996; Hocking, 1997).

#### **2.4.2.7 Yumuşama**

Hemen hemen tüm peynir çeşitlerinde görülebilen yapısal bir bozulmadır. Peynir kalıpları salamuradan çıkarıldığında çok yumuşaktır ve peynir kalıpları olması gerekenden daha genişlemiştir. Bazı durumlarda kalıplar o kadar yumuşar ki adeta çamur benzeri görünüm alır ve çürümeye başlar. Yüzeylerinde çeşitli küf ve mayalar üremeye başlar, renkleri sarıdan kahverengine kadar değişir. Peynirlerin kokusu çürük yumurta gibidir ve tüketime asla uygun değildir. Bu tür bozulma normal pH değerine ve uygun salamura konsantrasyonuna sahip beyaz peynirlerde görülmez. Eğer salamuranın tuz konsantrasyonu peynirin içeriğinin tuz değerinden az olursa ortaya çıkar. Asitliği yeterince gelişmemiş ve nem oranı fazla olan peynirler olgunlaşmayı yavaşlatmak amaçlı ılık odalardan (16-18 °C) soğuk odalara (4-5 °C) alınırlarsa durum daha da kötü bir hal alır. Yüksek pH değeri ve nem oranı proteolizi hızlandırır ve kalıplar salamuradan su çekmeye başlar (Guinee, 2004).

#### **2.4.2.8 Salamurada sünme**

Bu bozulmanın özelliği, peynir kalıpları tenekeden çıkarıldığında salamurada uzama olması ve peynir yüzeyinden serbestçe akamamasıdır. Peynirin görünümünü etkiler ve tüketici açısından istenmeyen bir durumdur. Salamura

viskozitesinde artış, oluşan ekzopolisakkaritlere (EPS) bağlıdır. Kullanılan süte, peynir yüzeyine ya da salamuraya bulaşan mezofilik ya da termofilik bazı laktik asit bakterisi suşları EPS üretir. Bazı durumlarda starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri de EPS üretebilir. *Lactobacillus plantarum*, *Lb. pseudoplantarum*, *Alcaligenes* spp.'nin bazı suşları, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* suşları bu grup içinde yer alır (Chomakov, 1967; Samaras ve ark., 2003).

## 2.5 Peynirlerde Uçucu Aroma Bileşenleri ve Tespit Yöntemleri

Gıda endüstrisinde, ürünlerin üretim ve kalite süreçlerinin kontrolü açısından izlenmesi; pH değeri, renk, verilen kimyasalların, biyomoleküllerin konsantrasyonu spektroskopi ile belirlenmesi gibi çeşitli fizikokimyasal ölçümler ile yapılmaktadır. Kalite ve ürün uygunluğunun en önemli göstergelerinden biri olan aroma; güvenilir koku değerlendirme araçlarının eksikliği ve aromaların sürekli izlenmesi için duyuşal panellerin kullanılmasının zorluğu nedeni ile ikinci plana atılmıştır (Ampuero ve Bosset, 2003). Halbuki gıdaların aroma ve tat bileşenleri tüketici açısından çok önemlidir ve değerlendirilmeleri önem arz etmektedir. Laing ve Jinks(1996) aromayı; yiyecek ve içeceklerden gelen koku ve tat uyaranlarının algılanması ile üretilen sinyallerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan durum olarak tanımlamıştır. Süt ürünlerinde özellikle peynirde olgunlaşma ile belirginleşen aroma ve koku bileşenleri, her peynirde kendine özgü olan karakteristik özelliklerini ortaya çıkarmaktadır.

Peynir üzerine çalışan bilim insanları tarafından aroma bileşenleri ilgi görmüş ve çalışmaların sonucu çeşitli peynirlerde 600'den fazla uçucu bileşen tanımlanmıştır. Ayrıca, bu bileşiklerin küçük bir kısmının peynir aromasından gerçekten sorumlu olduğuna dair genel bir görüş bulunmaktadır. Bazı durumlarda konsantrasyonu en çok olan uçucu bileşenlerin kokuya katkısı en az olabilmektedir (Curioni ve Bosset, 2002). Gıda aroması ile ilgili koku hissi, genellikle hidrofobik olan ve eser konsantrasyonlarda (ppm veya ppb) bulunan uçucu moleküllerin karışımları tarafından oluşturulur (Zellner ve ark., 2008).

Süt ürünlerinin uçucu bileşenlerinin izolasyon için kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

### 2.5.1 Tepe boşluğu analizi metodu

Tepe boşluğu metodunda düşük molekül ağırlıklı yüksek uçuculuğa sahip bileşenler analiz edilmektedir. Katı veya sıvı örneğin tepe kısmında bileşikler gaz halinde toplanarak uçucu aroma bileşenlerinin izolasyonu sağlanır (Rouseff ve Cadwallader 2001). Ön hazırlığı olmayan, solvent kullanılmayan pratik bir metoddur. Bu metot iki şekilde uygulanabilir (Snow ve Slack 2002).

**Statik tepe boşluğu:** Sızdırmaz vialin içerisine konan örnek ısıtılır, üst kısımda toplanan uçucu aroma bileşenleri sızdırmaz şırınga ile çekilerek gaz kromatografisine enjekte edilir. Çok uçucu özellikteki bileşenlerin izolasyonunda etkili bir yöntemdir. Diasetil ve asetaldehit gibi çok uçucu özellikteki bileşenler bile tespit edilebilir.

**Dinamik tepe boşluğu:** Tepe boşluğunda belirli sıcaklık ve süre uygulamasından sonra toplanan bileşenler enjeksiyon yapılmadan önce adsorbent tutucu üzerinde konsantre edilir. Düşük ve orta uçuculuktaki aroma bileşikleri bu yöntem ile tespit edilebilir (Bellesia ve ark., 2003).

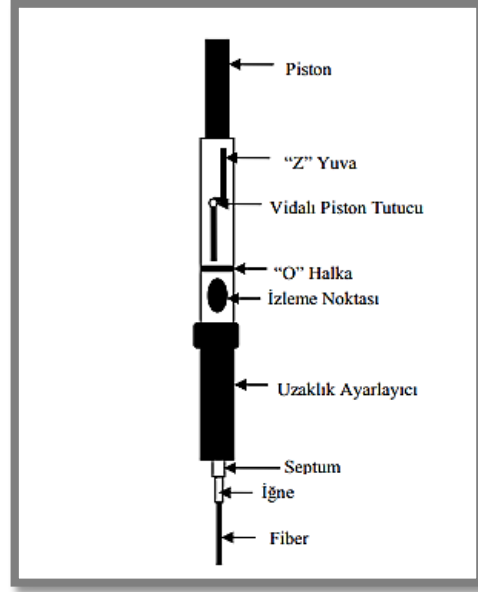
### 2.5.2 Distilasyon metodları

Vakumla damıtma etkili bir yöntemdir fakat hassas ekipman, organik çözücü kullanımı içerir ve fazla süre gerektiren bir uygulamadır. Mikro ölçekli sıvı-sıvı ekstraksiyon cihazı daha az maliyetli bir alternatif olmasına rağmen yüksek sıcaklıklar gerektirmektedir, kimyasal artefaktların oluşmasına ve yüksek derecede uçucu bileşenlerin kaybına neden olur. Peynir aroması analizinde bir dizi purge ve trap tekniği başarıyla uygulanmıştır fakat bu teknik de birçok özel ekipman gerektirir (Frank ve ark., 2004a).

### 2.5.3 Katı faz mikroekstraksiyon metodu

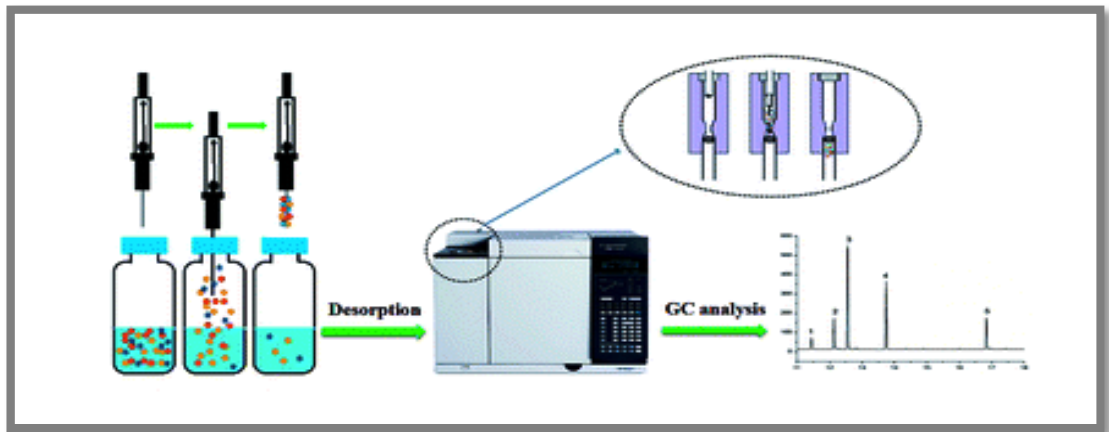
Katı faz mikroekstraksiyon (SPME), gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi (GC-MS) nde kullanılmak üzere, peynirdeki uçucu aroma bileşiklerinin konsantrasyonu için hızlı, solventsiz bir yöntemdir (Frank ve ark., 2004a). SPME iki ayrı aşama içerir: Birincisi numune matrisinden dışarıdan uygun bir sabit faz ile kaplanmış fibere uçucuların emilimi, ikincisi ise analitlerin bir GC sistemine aktarılmasıdır (Song ve Liu, 2018). Metodun çalışma prensibi uçucu bileşenlerin polimer film kaplı (fused silika) fibere adsorblanmasına ve fiberin

GC'ye enjekte edilmesi, termal desorpsiyonu ile geri alınması, uygun kolon ve dedektör ile analizinin gerçekleşmesidir. Enjektör dolgu materyali ile kaplı fiber ve fiber üzerinde ince fiber kaplamasından oluşmaktadır (Şekil 2.12). Uçucu aroma bileşiklerinin uçuculuğu, polaritesi, molekül ağırlığı, buhar basıncı, fonksiyonel grupları gibi etmenler kullanılacak fiber seçiminde önemlidir (Hinshaw ve Serveron, 2003).



Şekil 2.12: SPME Enjektörü.

Literatürde Türk beyaz peynirinin uçucu bileşiklerinin analizi ile ilgili çalışmaların çoğu SPME GC/MS yöntemi (Şekil 2.13) ile yapılmıştır (Yuceer ve ark., 2009; Akalın ve Karaman, 2011; Özer ve ark.2011; Sahingil ve ark., 2014).



Şekil 2.13 : SPME GC/MS yöntemi diyagramı

## 2.6 VITEK<sup>®</sup> MS (Kütle spektrometrisi mikrobiyal tanımlama sistemi)

VITEK<sup>®</sup> MS, MALDI-TOF (Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonlaştırma Uçuş Zamanı) teknolojisini kullanan otomatik bir mikrobiyal tanımlama sistemidir (Şekil 2.14). Kütle spektrometresi teknolojisi kısa bir süre içerisinde türler, cinsler ve familya düzeyleri hakkında net tanımlama sağlar.



Şekil 2.14: VITEK<sup>®</sup> MS

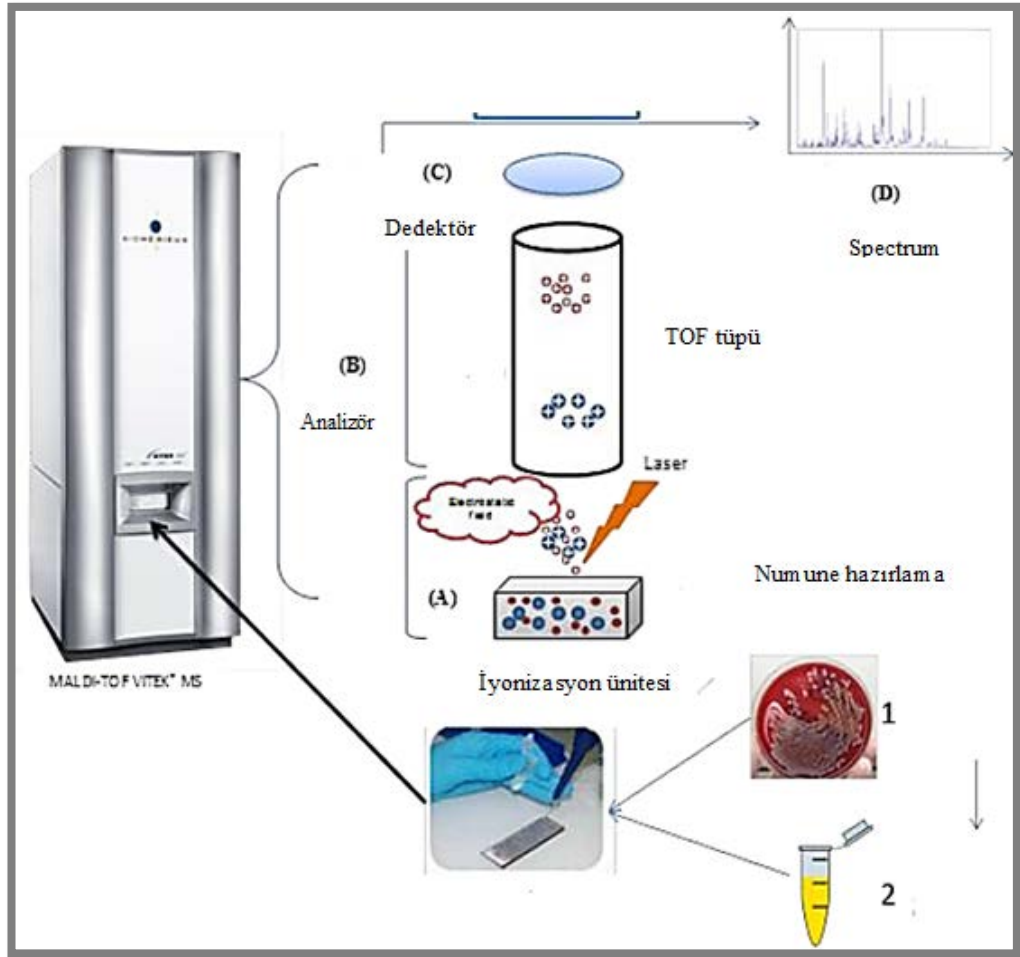
VITEK<sup>®</sup> MS tekniği ile % 92'den fazla doğru tür tanımlaması sağlanabilir bu nedenle geleneksel biyokimyasal sistemlerden ve bakteriyel tanımlama için 16S rRNA dizilişinden önemli ölçüde daha iyi bir sonuçtur (Seng ve ark., 2009; Bizzini ve ark., 2010). Yakın zamana kadar, mikroorganizmaların tanımlanması ve tiplendirilmesi için VITEK<sup>®</sup> MS teknikleri araştırma laboratuvarlarında kullanılıyordu, aynı zamanda belirli türlerle ve diğer türlerle karşılaştırma spektrumların erişilebilirliği de sınırlıydı. Fakat son yıllarda, VITEK<sup>®</sup> MS cihazlarının klinik, gıda ve çevresel mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılmaya başlanması, farklı gıda patojenlerinin tanımlanması için çalışmaların sayısını artmasını sağladı (Böhme ve ark., 2012).

Tür düzeyinde bakteriyel farklılaşma, tanımlama için yaygın olarak kullanılan yöntemlerle her zaman mümkün olmaz. Dolayısıyla, 16S rRNA geninin analizi, bazı durumlarda *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. gibi aynı cinsten türlerin sekanslarının yüksek benzerliği nedeniyle karmaşıklaşmaktadır. Türlerin doğru tanımlanması, gıda güvenliği ve kalitesi açısından çok önemlidir. VITEK<sup>®</sup> MS



ile daha yakın bakteriyel türlerin, hatta aynı türün suşlarının bile ayırt edilmesine ve doğru tanımlanmasına izin veren bir potansiyele sahiptir (Keys ve ark., 2004; Donohue ve ark., 2006; Vargha ve ark., 2006).

VITEK® MS ile mikroorganizma tanımlanması, numunedeki proteinlerin iyonizasyonuna bağlıdır. MALDI, bir lazerden aktarılan enerjiyi kullanarak protein iyonları üreten bir tür “yumuşak iyonizasyon” mekanizmasıdır. MALDI sırasında, numuneye (analit) kimyasal olarak doymuş bir düşük molekül ağırlıklı organik bileşik (matris) çözeltisi eklenir. Numuneler metal bir plaka üzerindeki noktalara yerleştirilir ve matrisle kaplanır. Numune ve matris birlikte kristalize olurken kurur ve matrise gömülü katı bir katman oluşturur. Plaka cihaza yerleştirilir ve vakum içinde bulunan, numunedeki proteinlerin iyonlaşmasına neden olan bir lazere maruz bırakılır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15: VITEK® MS çalışma prensibi ve numune hazırlama

**Kaynak:** Lo ve ark. (2017)

Lazer ışını, numune-matris karışımının tespit edildiği ve kurutulduğu alandaki metal hedef plaka üzerinde küçük bir bölgeye (genellikle 0.05-0.2 mm çapında) odaklanır. Lazere maruz kaldıktan sonra, ışınlanmış matristen üretilen iyonlar analiz edilir ve ağırlıkları belirlenir.

Kütle analizörü, açığa çıkan proteinlerin tanımlanmasını destekleyen iyonların kütesini ölçer ve belgeler. Analiz, numune kompozisyonunu temsil eden karakteristik dağılımı, ayrı kütle-yük oranları ( $m/z$ ) şeklinde göstermektedir.  $m/z$  oranları, örnekten yüklenen iyonların TOF tüpünden ne kadar hızlı hareket ettiklerinin ve bir detektöre ulaştıklarının elektrodinamik ölçümleridir, iyonların tanımlayıcı spektrumlarını oluşturur. Mikrobiyal tanımlama için kullanılan  $m/z$  oranları, ilgili bakteri türlerine özgü spektrumlar üreten büyük ribozomal proteinlerden elde edilen oranlardır. Mikroorganizmalar arasındaki bu protein bileşimleri farklıdır. VITEK<sup>®</sup> MS, farklı türler ve alt türler için benzersiz spektrumlar üretebilir. Numune spektrumlarının spektral veri tabanı ile karşılaştırılması, bakterinin tanımlanmasını sağlar (Wolk ve Clark, 2018).

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1 Gereç**

##### **3.1.1 Peynir örneklerinin temini**

Birinci aşamada Kırklareli bölgesinde yer alan koku problemi yaşayan işletmelerden, 2015 yılının bahar (Nisan) dönemine ait 15 koku problemlili ve 15 koku problemsiz olmak üzere toplam 30 adet peynir örneği alınmıştır. Peynirler, aseptik şartlarda, steril numune torbalarına alınmış, aroma ve uçucu madde kaybını önlemek için vakumlanarak termobaks içine konulmuş, soğuk şartlarda (+4°C) aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Peynirler laboratuvarında; analiz öncesi -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

##### **3.1.2 Peynir üretim aşamalarından örneklerin temini**

Vize (Kırklareli)'de üretim yapan Çiftçi Peynirciliğe ait üretim tesisine gidilerek, işletmeye ilk gelen çiğ süt numunesinden başlanarak; pastörize süt, pıhtı, teleme, tenekelenmeden önceki ilk peynir ve tenekelenmiş peynir örnekleri alınmıştır. Örnekler aseptik şartlarda, steril kaplara alınmış, termobaks içine konularak soğuk şartlarda (+4°C) aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Söz konusu üretim aşamalarından örnek temini 3 kere tekrarlanmıştır.

##### **3.1.3 Laboratuvarlarda kullanılan alet - ekipmanlar**

- Biyogüvenlik kabini (ESCO Labculture Tip II)
- Etüv (Binder)
- Gaz Kromatografisi-GC (Agilent 7890 GC system)
- Kütle spektroskopisi-MS (Agilent 5975CVLMSD Triple-Axis Dedektörü)
- Manyetik karıştırıcı (Thermo Reacti-Therm 18821)

- Otoklav (Hiclave HV-50L)
- Otomatik Pipet (Eppendorf)
- pH metre (Mettler Toledo S220-K Seven Compact)
- Saf Su Cihazı (Sartorius stedim biotech arium pro UV)
- SPME fiber (Supelco)
- Stomacher (Biomerieux Easymix)
- Su Banyosu (Membert 22 LT)
- Terazı (AND GF-6100)
- VITEK-MS (Biomerieux)
- Vortex (Stuart SA8)
- Protein Tayin Cihazı Yakma Ünitesi (Gerhardt Kjeldatherm)
- Protein Tayin Cihazı Distilasyon Ünitesi (Gerhardt Kjeldatherm)
- Homojenizatör Ultraturrax (IKA T18B)
- Gerber Santrifüj (SuperVario N)

#### **3.1.4 Analizlerde kullanılan besiyeri ve çözeltiler**

- Amil Alkol (Merck 8.07500.1000)
- Anaerocult® A (Merck 113829)
- Baird-Parker Agar Base (Merck 1.05406)
- Calcium Caseinate Agar (Merck 1.05409)
- Glycerol (Merck 1.04094)
- Glycerol tributyrat (Merck 1.01958)
- Nutrient Agar (Merck 1.05450)
- Plate Count Agar (Merck 1054630500)
- Pseudomonas CFC Selective Supplement (Merck 1.07627)
- Pseudomonas Selective CFC Agar Base (Merck 1.07620)

- Ringer tablet (Merck 1155250001)
- Skimmilk Powder (Sigma 1153630500)
- Sodyum Hidroksit NaOH (Merck 1064621000)
- Sülfirik Asit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck 1.00731.2511)
- Tributyrin Agar Base (Merck 1.01957)
- Trisodyum sitrat (Merck 1064480500)
- Tryptic Soy Agar (TSA) (Merck 1.05458)
- Tryptic Soy Broth (Merck 1.05459)
- VITEK<sup>®</sup> MS CHCA matrix (Biomerieux)
- Violet Red Bile Agar (Merck 1.01406)
- Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar (Merck 1.16000)
- Yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu (Merck 1.03785)
- Kjeldahl tablet (Merck 1.10958.0250)
- Borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) (Merck 1.00165.1000)
- Hidroklorik asit (HCl) (Merck 1.00314.2500)

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Mikrobiyolojik Analizler**

#### **3.2.1.1 Homojenizasyon ve seyrelti hazırlama**

Örnekten 10 g alınarak 90 mL %2'lik sodyum sitrat solüsyonu içinde homojenize edilmiştir. Buradan 1/4 kuvvetindeki Ringer çözeltisi kullanılarak seyreltiler hazırlanmıştır (Cousin ve ark., 2001).

#### **3.2.1.2 Psikrotrof mikroorganizmaların sayımı**

Psikrofil/psikrotrof bakteri sayısının belirlenmesinde Standard Plate Count Agar kullanılmıştır. Dökme plak ekim yöntemiyle ekim yapılarak petriler 7°C'de 5-7 gün inkübe edildikten sonra koloni sayımları gerçekleştirilmiştir (Harrigan, 1998).

### **3.2.1.3 Proteolitik bakterilerin sayımı**

Calcium Caseinat Agar içeren plaklara yayma tekniği ile ekim yapılmıştır, 30°C'de 24-72 saat ve 7°C'de 10 gün (psikrotrof proteolitikler için) süreyle aerobik ve anaerobik (Anaerocult® A Merck içeren kaplarda) koşullarda inkübe edilmiştir. Süre sonunda etrafında beyaz ve kirli beyaz presipitasyon zonları bulunan koloniler sayılmıştır (Atlas, 2006).

### **3.2.1.4 Lipolitik bakterilerin sayımı**

Tributyryn Agar içeren plaklara ekim yapılmıştır. Plaklar 20-30°C 'da 3 gün inkübe edilerek, etrafında zon oluşan koloniler sayılmıştır (Cousin ve ark., 2001).

### **3.2.1.5 *Pseudomonas* spp. sayımı**

Seyreltilerden C-F-C Selective Supplement takviye edilmiş *Pseudomonas* Agar içeren plaklara ekim yapılmış, plaklar 25°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası şüpheli kolonilere oksidaz testi uygulanarak ve pozitif sonuç veren koloniler *Pseudomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir (ISO 13720, 2010).

### **3.2.1.6 Maya sayımı**

Yeast Glucose Chloramphenicol Agara ekim yapılmış, plaklar 25°C de 5 gün inkübe edildikten sonra sayım yapılmıştır (ISO 47954, 1988).

### **3.2.1.7 Toplam koliform bakteri sayımı**

Koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri kullanılmıştır ve dökme plak yöntemi ile plaklar 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir (Hitchins ve ark., 1998).

### **3.2.1.8 *Staphylococcus* spp. sayımı**

Baird Parker Agar (BPA) içeren plaklara yayma tekniği ile yapılan ekimler 37°C'de 48 saat inkübasyonda tutulmuştur. Süre sonunda çapı yaklaşık olarak 3 mm olan siyah-gri renkli ve etrafında şeffaf zonlar bulunan parlak koloniler *Staphylococcus* spp. olarak sayılmıştır (Lancette ve Bennet, 2001).

### **3.2.1.9 Sporlu aerob bakteri sayımı**

Peynir örneklerinde bulunan sporların sayımı için önce dilüsyonlara 80 °C'de 1 dakika ısıtma işlemi uygulanıp bakterilerin vejetatif formları öldürülmüştür. Daha

sonra Calcium Caseinat Agar içeren plaklara yayma tekniği ile yapılan ekimler 37°C’de 48 saat inkübasyonda tutulmuştur (Frank ve ark, 2004b).

### **3.2.1.10 Selektif besi yerlerinden izole edilen suşların saflaştırılması ve saklanması**

Selektif katı besi yerlerinde gelişme gösteren tipik kolonilerden öze ile genel amaçlı katı besiyerine (TSA ekim yapılmış; uygun sıcaklıkta inkübasyondan sonra tek düşen kolonilerden biri sıvı besi ortamına (TSB) alınmıştır. Sıvı besi ortamında aktive edilip çoğalmasına izin verildikten sonra tekrar katı besiyerine ekim yapılarak, tek düşen kolonilerden birisi yatık agara (TSA) geçilmiştir. Elde edilen kültürün saf olup olmadığı mikroskop altında ayrıca kontrol edilmiştir. İzolatlar çalışma süresince %20 gliserol içeren TSB besiyerine alınmış üzeri parafinle kaplanarak (-80°C)’de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.1.11 Mikrobiyel izolatların identifikasyonu**

Bu amaçla MALDI TOF MS cihazı (Vitec MS, Biomerieux ) kullanılmıştır. Saflaştırılmış mikroorganizma kültürlerinden nutrient agara pasaj yapılmıştır. Gelişen kolonilerden cihaza ait slayda 1µL’lik steril plastik özeye yayılmıştır. Üzerine 1 µL CHCA matrix eklenmiştir. Yeterli kuruma süresi sonunda slayt cihaza yüklenerek ve okuma işlemi yapılmıştır.

## **3.2.2 Kimyasal Analizler**

### **3.2.2.1 Protein tayini**

Kjeldahl metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Protein analizi için homojenize edilmiş peynir örneğinden Kjeldahl tüpüne 2 g tartılmıştır. Bir adet katalizör kjeldahl tablet ve 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilip, yavaşça karıştırılmıştır. Hazırlanan Kjeldahl tüpü çeker ocak içerisindeki yakma cihazına yerleştirilmiştir. Sıcaklık kademeli olarak 450 °C’ye kadar çıkartılmıştır. Yakma işlemine berrak yeşil bir renk oluşuncaya kadar devam edilmiş, yaklaşık 5 saatin sonunda yakma işlemi sonlandırılmıştır. Yakma işleminin ardından örneğin yeterince soğuması beklenmiş ve örneğin bulunduğu Kjeldahl tüpü distilasyon cihazına alınmıştır. Cihazın distilat toplama kısmına 2-3 damla metil kırmızısı-metilen mavisi indikatörü damlatılmış 50 ml %4’lük H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> çözeltisi içeren 250 mL’lik erlen yerleştirilmiştir. Cihaza buhar oluşturması amacıyla distile su, damıtma işlemi

için ise %33'lük NaOH bağlanmış ve cihaz çalıştırılmıştır. Distilasyon işleminin ardından distilatın toplandığı erlen 0,1 N HCl ile kalıcı leylak renk görülene kadar titre edilmiştir ve sarfiyat miktarından hesaplama yapılarak protein miktarı bulunmuştur (Metin ve Öztürk, 2010).

#### **3.2.2.2 Suda çözümlü azot tayini**

Yirmi gram peynir örneği 40 mL distile su ile karıştırılıp homojenize edilmiş; karışım 40°C'deki su banyosunda 1 saat bekletildikten sonra santrifüjlenerek; üst kısımdaki yağ tabakası uzaklaştırıldıktan sonra süzölmüş; filtrattan 10 mL alınarak mikro Kjeldahl yöntemi ile azot miktarı belirlenmiştir (AOAC, 2006).

#### **3.2.2.3 pH değeri**

Peynir örneklerinin pH değerleri Mettler Toledo S220-K Seven Compact model pHmetre ile ölçülmüştür.

#### **3.2.2.4 Titre edilebilir asitlik tayini**

On gram peynir örneği üzerine 105 mL 40°C saf su ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra süzölmüş, süzöntüden 25 mL alınarak bir kaç damla fenolfitaleyn damlatılıp 0.1 N NaOH ile kalıcı pembe renk oluşana kadar titre edilmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

#### **3.2.2.5 Yağ tayini**

Peynir örneklerinde yağ tayini Van Gulik yöntemi (TSE ISO 3433) ile yapılmıştır. Homojenize edilen peynir örneğinden 3 g bütirometrenin tartım kısmına tartıldıktan sonra, bütirometreye yerleştirilmiştir. Tıkaçlı boyun kısmı aşağıda olacak şekilde üstte kalan küçük delikten, bütirometrenin 2/3'ünü kaplayana kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiştir. Protein çözüne kadar 65 °C'lik su banyosunda bekletilmiş ara ara çıkarılarak karıştırılmıştır. 1 mL amil alkol ilave edilerek çalkalanmış, sonrasında bütirometre skalasında %35 çizgisine kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenmiş tekrar karıştırılarak 10 dk 350 merkezkaç kuvvetinde Gerber santrifüjünde santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda boyun kısmı altta olacak şekilde tıpa düzeneği hareket ettirilerek yağ oranı okunmuştur.

#### **3.2.2.6 Kurumadde tayini**

Peynir örneklerinde kurumadde tayini, 102 ± 2°C'de sabit ağırlığa kadar etüvde kurutma metoduyla yapılmıştır (IDF, 1982).



### **3.2.2.7 Kurumaddede yağ tayini**

Peynir örneklerinde kurumaddede yağ tayini, toplam kurumadde yağ oranının hesaplanması ile bulunmuştur.

### **3.2.2.8 Kül tayini**

Peynir örneklerinde kül tayini AOAC (2012)'de tanımlandığı şekilde yapılmıştır.

### **3.2.2.9 Uçucu bileşenlerinin tayini**

Örneklerdeki uçucu bileşiklerin analizleri GC-MS ile (Özturkoğlu-Budak ve ark. 2016)'e göre yapılmıştır. Homojen olarak hazırlanan 5 g peynir, 20 mL'lik vialde tartılmış ve 10 uL iç standart (81 ppb; metanolde çözülmüş 2 metil-3 heptanon ve 2-metilpentanoik asit) ilave edilmiştir.

Vial, tepe boşluğundaki uçucu bileşiklerin toplanması için 30 dakika boyunca 60 °C'de manyetik bir karıştırıcıya konulmuştur. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu, SPME ile gerçekleştirilmiştir. 75 µm karboksen / polidimetilsiloksan fiber (CAR/PDMS, Supelco, PA, USA) 60 ° C'de 30 dakika boyunca headspace koşullarına maruz bırakılmış ve bu süre sonunda fiberin uçucu bileşenleri tutması sağlanarak, GC/MS' e enjekte edilmiştir.

GC/MS'in analiz koşulları aşağıdaki gibidir:

Kolon: DB-Wax kolonu (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm film kalınlığı)

Enjeksiyon Sıcaklığı: 230 °C

He Akış Hızı: 1,0 mL/dk

Splitless Inlet

Dedektör Sıcaklığı: 250 °C

Scan Mode: 35-500 m/z at 5,19 scans/s

Threshold: 150

**Çizelge 3.1:** Fırın Sıcaklığı

Artış	Sıcaklık	Bekleme
	40°C	10 dk
5 °C/dk	110°C	-
10 °C/dk	240°C	-
	250°C	15 dk

Tanımlama için Wiley Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) ve Lezzet (Agilent MSD Chemstation, Santa Clara, CA) kütüphaneleri ve n-alkan (C4-C20) standartları (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) kullanılmıştır. Konsantrasyonların hesaplanması için uçucu bileşiklerin pik alanları kullanılmış, iç standartın pik alanından oransal olarak hesaplama yapılmıştır. Deney iki kez tekrarlanmıştır.

### 3.2.3 İstatistiksel Değerlendirme

İstatistik analiz için SPSS Statics 22 paket programı kullanılmıştır. Koku problemlili ve koku problemi olmayan peynir örnekleri arasındaki mikrobiyal ve kimyasal analiz sonuçlarına göre fark olup olmadığı Bağımsız Örnek T Testi (Bağımsız Örneklem-T Testi) ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar  $P < 0,05$  seviyesinde anlamlı kabul edilmiştir. Yapılan deneylerde bulunan mikroorganizma sayıları logaritmik değerlere çevrilmiştir.

Kokuşmuş ve kontrol peynir numuneleri arasındaki uçucu bileşen profilinin farkını tanımlamak için temel bileşenler analizi (PCA-principle component analysis) yapılmıştır. PCA için Minitab Release 17 istatistik programı kullanılmıştır. Temel bileşen analizi, koku problemlili ve koku problemsiz peynirler arasında kovaryans matrisi ve varimax rotasyonu kullanılarak yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin konsantrasyonu değişken olarak kullanılmıştır.

## **4. BULGULAR**

### **4.1 Koku Problemlı ve Koku Problemsız Beyaz Peynir rneklerinin pH Değerleri**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsız beyaz peynirlerin pH değerleri izelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin ortalama pH değeri 5,4 iken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin ortalama pH değeri 5,0 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynirlerin pH değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

### **4.2 Koku Problemlı ve Koku Problemsız Beyaz Peynir rneklerinin Asitlik Değerleri**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsız beyaz peynirlerin asitlik değerleri izelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin asitlik değerleri laktik asit cinsinden ortalama %1,19 bulunurken, koku problemi olmayan beyaz peynir örneklerinin asitlik değerleri laktik asit cinsinden ortalama %1,37 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerinin laktik asit cinsinden % asitlik değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

### **4.3 Koku Problemlı ve Koku Problemsız Beyaz Peynir rneklerinin Kurumadde Değerleri**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsız beyaz peynirlerin kurumadde değerleri izelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranı ortalama %48,30 bulunurken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranı ortalama %50,09 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynirlerin

kurumadde değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

#### **4.4 Koku Problemlı ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Kurumaddede Yağ Oranları**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsiz beyaz peynirlerin kurumaddede yağ oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin kurumaddede yağ oranı ortalama %55,54 bulunurken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin kurumaddede yağ oranı ortalama %54,52 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerinin kurumaddede yağ oranları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

#### **4.5 Koku Problemlı ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Protein Oranları**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsiz beyaz peynirlerin protein oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin protein oranı ortalama %24,83 bulunurken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin protein oranı ortalama %23,35 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerinin protein oranları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

#### **4.6 Koku Problemlı ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Suda Çözünür Azot Oranları**

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsiz beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı ortalama %23,94 bulunurken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı ortalama %20,99 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

#### 4.7 Koku Problemlı ve Koku Problemsız Beyaz Peynir Örneklerinin Kül Oranları

Kış ve bahar dönemlerinde, işletmelerden toplanan koku problemlı ve koku problemsız beyaz peynirlerin kül oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Koku problemlı beyaz peynir örneklerinin kül oranı ortalama %4,46 bulunurken, kokusuz beyaz peynir örneklerinin kül oranı %4,21 olarak belirlenmiştir. Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerinin kül oranları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

**Çizelge 4.1:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynirlerin kimyasal özellikleri

	Grup	En düşük	En yüksek	Ortalama
pH değeri	K	5,00	5,18	5,0±0,15 <sup>a</sup>
	S	5,19	5,58	5,4±0,13 <sup>b</sup>
Asitlik (Laktik asit) %	K	1,27	1,50	1,37±0,09 <sup>a</sup>
	S	1,08	1,38	1,19±0,09 <sup>b</sup>
Kurumadde %	K	47,60	51,30	50,09±1,18 <sup>a</sup>
	S	47,40	50,15	48,30±0,86 <sup>b</sup>
Kurumaddede Yağ %	K	50,98	59,25	54,52±2,12 <sup>a</sup>
	S	50,52	58,71	55,54±2,34 <sup>a</sup>
Protein %	K	20,50	25,10	23,35±1,66 <sup>a</sup>
	S	23,21	26,53	24,83±1,05 <sup>b</sup>
Suda Çözünür Azot %	K	18,50	23,37	20,99±1,74 <sup>a</sup>
	S	19,95	28,33	23,94±2,39 <sup>b</sup>
Kül %	K	4,00	4,50	4,21±0,21 <sup>a</sup>
	S	4,22	5,08	4,46±0,26 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> : Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlı değildir ( $P > 0,05$ )

K: Kontrol, koku problemi olmayan peynir; S: Koku problemlı peynir

#### 4.8 Koku Problemlı ve Koku Problemsız Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Koku problemlı ve koku problemsız beyaz peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre lipolitik, proteolitik (7°C), toplam koliform bakteri, *Pseudomonas* spp. ve maya sayılarında her iki grup peynir örneğinde de anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Proteolitik (37°C), sporlu aerob

bakteri ve *Staphylococcus* spp. sayımlarında ise farklar istatistiksel olarak anlamlı ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneğinin mikrobiyal sayım sonuçları (log kob/g)

	<i>Grup</i>	<i>Ortalama</i>
Proteolitik (37°C)	K	4,64±0,16 <sup>a</sup>
	S	5,53±0,29 <sup>b</sup>
Proteolitik (7°C)	K	<2
	S	<2
Lipolitik	K	<2
	S	<2
Sporlu aerob (37°C)	K	<2
	S	2,09±0,23
<i>Staphylococcus</i> spp.	K	<2
	S	<2
Koliform	K	<2
	S	<2
Maya	K	<2
	S	<2
<i>Pseudomonas</i> spp.	K	<2
	S	<2
Anaerob	K	<2
	S	<2

<sup>ab</sup> : Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlı değildir ( $P>0,05$ ).

K: Kontrol, koku problemi olmayan peynir; S: Koku problemlili peynir

#### 4.9 VITEK-MS ile İdentifiye Edilen İzolatlar

Koku problemlili beyaz peynirlerden izole edilen proteolitik aerob suşların, Malditof VITEK-MS ile tanımlanması sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3:** Koku problemlili beyaz peynir örneklerinden izole edilen proteolitik sporlu aerob bakteri dağılımı

<b>Tür</b>	<b>İzolat adedi</b>	<b>Doğruluk oranı</b>
<i>Bacillus licheniformis</i>	35	%99,9
<i>Bacillus pumilus</i>	33	%99,9
<i>Bacillus cereus grubu</i>	8	%99,9
<i>Bacillus clausii</i>	1	%99,9
<i>Bacillus megaterium</i>	1	%99,9
<i>Bacillus subtilis</i>		
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	31	%33,3
<i>Bacillus vallismortis</i>		
<i>Enterococcus faecium</i>	3	%99,9
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	%99,9
<i>Staphylococcus equorum</i>	3	%99,9
<i>Lysinibacillus sphaericus fusiformis</i>	2	%99,9
<i>Acinetobacter Iwoffii</i>	1	%99,9
<i>Kocuria rhizophila</i>	1	%99,9
<i>Brevibacillus spp.</i>	1	%99,9
Tanımlanamayan	11	%99,9

#### **4.10 Koku Problemlili ve Koku Problemsiz Beyaz Peynir Örneklerinin Uçucu Aroma Bileşenleri**

##### **4.10.1 Karboksilik asitler**

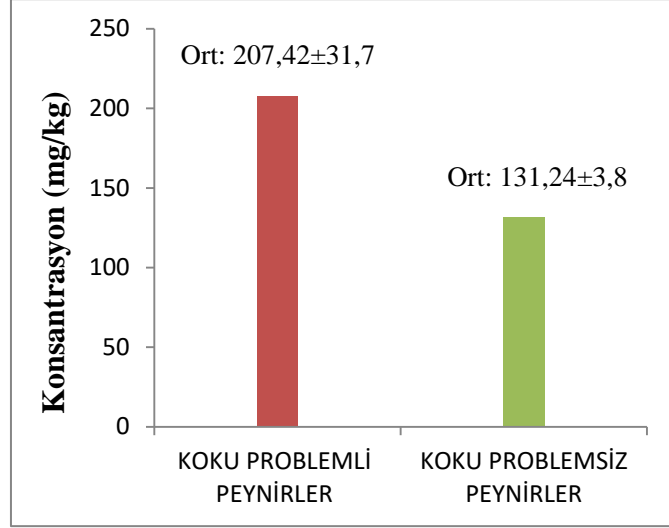
Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 21 karboksilik asit bileşiği elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam karboksilik asit konsantrasyonu 207,42 mg/kg bulunurken koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin 131,24 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.1). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin toplam karboksilik asit konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

**Çizelge 4.4:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama karboksilik asit konsantrasyonları (mg/kg)

<b>Karboksilik Asitler</b>	<b>Kokusuz</b>	<b>Kokulu</b>
2-Propenoic acid	0 <sup>b</sup>	0,98 ± 0,16 <sup>a</sup>
Acetic acid	22,56 ± 2,28 <sup>b</sup>	23,50 ± 3,90 <sup>a</sup>
Propanoic acid	0 <sup>b</sup>	3,60 ± 1,99 <sup>a</sup>
Butyric acid	44,70 ± 3,84 <sup>b</sup>	28,38 ± 4,23 <sup>a</sup>
Valeric acid	44,96 ± 2,86 <sup>b</sup>	52,82 ± 9,06 <sup>a</sup>
Isovaleric acid	0 <sup>b</sup>	43,72 ± 1,86 <sup>a</sup>
Hexanoic acid	0 <sup>b</sup>	71,17 ± 3,88 <sup>a</sup>
Heptanoic acid	0,12 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,67 ± 0,13 <sup>a</sup>
Adipic acid	0 <sup>b</sup>	0,59 ± 0,11 <sup>a</sup>
Octanoic acid	3,31 ± 0,95 <sup>b</sup>	48,81 ± 7,10 <sup>a</sup>
Nonanoic acid	0 <sup>b</sup>	3,78 ± 0,73 <sup>a</sup>
n-Decanoic acid	0 <sup>b</sup>	36,46 ± 5,0 <sup>a</sup>
Decanoic acid	0 <sup>b</sup>	1,91 ± 0,78 <sup>a</sup>
9-decanoic acid	0 <sup>b</sup>	3,70 ± 0,91 <sup>a</sup>
Dodecanoic acid	0,04 ± 0,03 <sup>b</sup>	7,81 ± 1,43 <sup>a</sup>
Tetradecanoic acid	0 <sup>b</sup>	3,87 ± 0,71 <sup>a</sup>
Myristic acid	0 <sup>b</sup>	3,83 ± 0,26 <sup>a</sup>
Hexadecanoic acid	0 <sup>b</sup>	1,89 ± 0,23 <sup>a</sup>
Pentanoic acid, 2-methyl-	47,83 ± 5,50 <sup>b</sup>	10,65 ± 3,39 <sup>a</sup>
Hexanoic acid, 2-methyl	12,50 ± 1,50 <sup>b</sup>	57,82 ± 6,50 <sup>a</sup>
Butanoic acid, 2-methyl	0 <sup>b</sup>	1,16 ± 0,29 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır (P<0,05)





**Şekil 4.1:** Toplam karboksilik asit konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

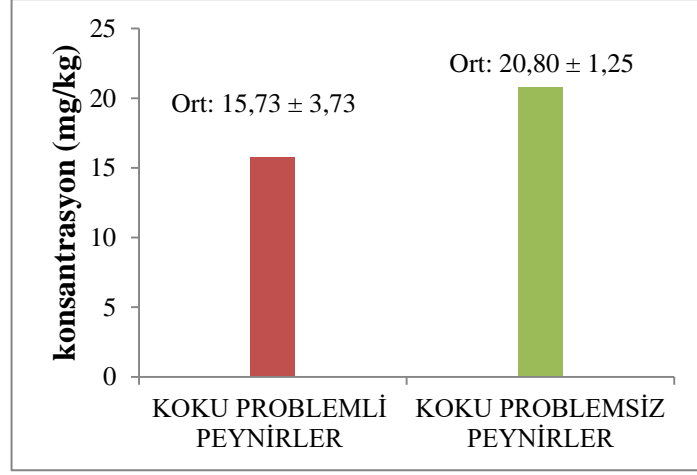
#### 4.10.2 Alkoller

Koku problemlili ve koku problemsiz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 13 alkol bileşiği elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam alkol konsantrasyonu 15,73 mg/kg bulunurken koku problemsiz peynir örneklerinin 20,81 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.2). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin toplam alkol konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

**Çizelge 4.5:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama alkol konsantrasyonları (mg/kg)

Alkoller	Kokusuz	Kokulu
Ethyl alcohol	9,77 ± 1,54 <sup>b</sup>	5,39 ± 1,57 <sup>a</sup>
2-Butanol	7,91 ± 0,98 <sup>a</sup>	6,80 ± 0,41 <sup>a</sup>
1-Propanol	0,23 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,09 <sup>a</sup>
1-Butanol	0,16 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,24 ± 0,05 <sup>a</sup>
2-Heptanol	0,05 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,14 ± 0,05 <sup>a</sup>
3-Methyl-2-Butanol	0 <sup>b</sup>	2,19 ± 0,18 <sup>a</sup>
1-Hexanol	0,13 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,79 ± 0,13 <sup>a</sup>
2,3-Butanediol	0,17 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,20 ± 0,05 <sup>a</sup>
1-Octanol	0,11 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,60 ± 0,21 <sup>a</sup>
1,3-Propanediol	1,01 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,08 ± 0,02 <sup>a</sup>
Phenylethyl Alcohol	2,39 ± 1,57 <sup>b</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>
2-Pentanol	0,96 ± 0,13 <sup>b</sup>	0,26 ± 0,08 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır ( $P < 0,05$ )



Şekil 4.2: Toplam alkol konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

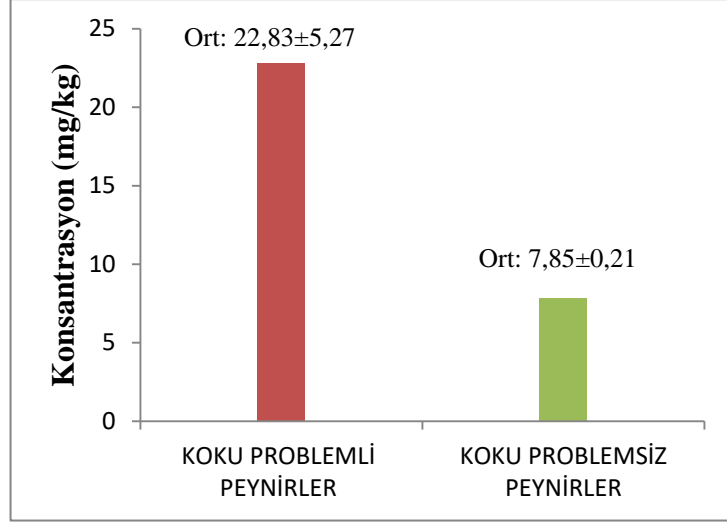
#### 4.10.3 Esterler

Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 12 ester bileşiği elde edilmiştir (Çizelge 4.6). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam ester konsantrasyonu 22,83 mg/kg bulunurken koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin 7,85 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.3). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin toplam ester konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Çizelge 4.6: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama ester konsantrasyonları (mg/kg)

Esterler	Kokusuz	Kokulu
Ethyl acetate	0,25 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,7 ± 0,55 <sup>a</sup>
Ethyl butanoate	0,67 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,98 ± 0,47 <sup>a</sup>
Ethanethioic acid, S-methyl ester	0 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,32 <sup>a</sup>
Ethyl hexanoate	5,41 ± 0,24 <sup>b</sup>	13,76 ± 1,21 <sup>a</sup>
Propyl hexanoate	0 <sup>b</sup>	0,30 ± 0,09 <sup>a</sup>
Malonic acid, bis(2-trimethylsilyl) ethyl ester	0 <sup>b</sup>	0,82 ± 0,18 <sup>a</sup>
Ethyl octanoate	3,06 ± 0,29 <sup>b</sup>	11,50 ± 2,44 <sup>a</sup>
Ethyl Nonanoate	2,17 ± 0,15 <sup>b</sup>	6,58 ± 1,60 <sup>a</sup>
Ethyl 9-decenoate	0,62 ± 0,12 <sup>b</sup>	1,10 ± 0,23 <sup>a</sup>
Propyl decanoate	0 <sup>b</sup>	0,22 ± 0,07 <sup>a</sup>
Ethyl myristate	0,52 ± 0,12 <sup>b</sup>	0,80 ± 0,29 <sup>a</sup>
Ethyl palmitate	0 <sup>b</sup>	1,09 ± 0,27 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır ( $P < 0,05$ )



Şekil 4.3: Toplam ester konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

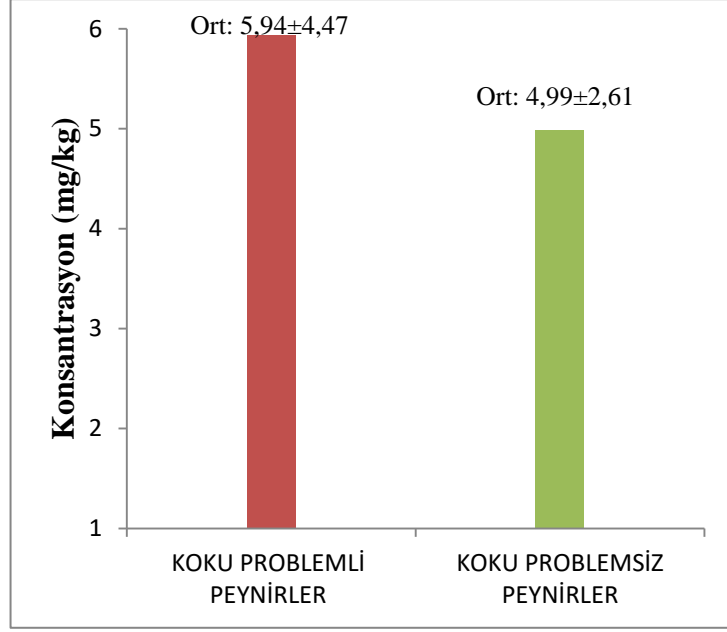
#### 4.10.4 Ketonlar

Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 4 keton bileşiği elde edilmiştir (Çizelge 4.7). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam keton konsantrasyonu 5,94 mg/kg bulunurken koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin 4,99 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.4). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin toplam keton konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

Çizelge 4.7: Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama keton konsantrasyonları (mg/kg)

Ketonlar	Kokusuz	Kokulu
Methyl ethyl ketone	4,22 ± 0,84 <sup>b</sup>	5,91 ± 0,95 <sup>a</sup>
2-Undecanone	0	0,20 ± 0,07
2-tridecanone	0	0,09 ± 0,01
2-Pentadecanone	0	0,08 ± 0,01

<sup>ab</sup> : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır ( $P<0,05$ )



Şekil 4.4: Toplam keton konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

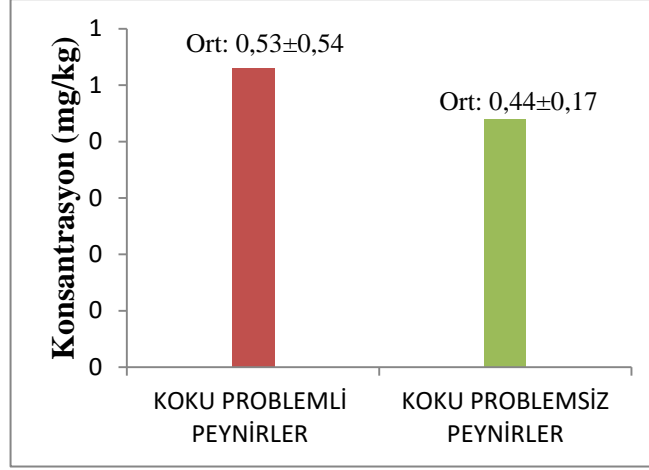
#### 4.10.5 Aldehitler

Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 4 aldehit bileşiği elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde toplam aldehit konsantrasyonu 0,53 mg/kg bulunurken koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin 0,44 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.5). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin toplam aldehit konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Çizelge 4.8:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama aldehit konsantrasyonları (mg/kg)

Aldehitler	Kokusuz	Kokulu
Hexanal	0,08 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,01 <sup>a</sup>
Butanal	0,08 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,12 ± 0,03 <sup>a</sup>
3-methylbutanal	0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,11 ± 0,02 <sup>a</sup>
Nonanal	0,12 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,02 <sup>a</sup>
Pentanal	0,08 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,11 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup>, : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır ( $P < 0,05$ )



**Şekil 4.5:** Toplam aldehit konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

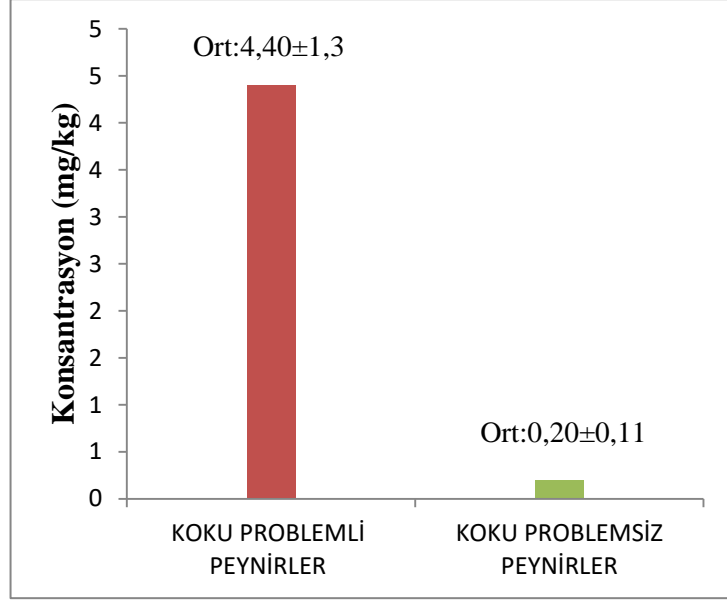
#### 4.10.6 Çeşitli bileşenler

Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatografisi kütle spektrometresine verilmesi ile 12 çeşitli bileşik elde edilmiştir (Çizelge 4.9). Koku problemi olan beyaz peynir örneklerinde çeşitli bileşenlerin toplam konsantrasyonu 4,40 mg/kg bulunurken koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin 0,20 mg/kg bulunmuştur (Şekil 4.6). Koku problemlili ve koku problemsiz beyaz peynir örneklerinin çeşitli bileşenlerinin konsantrasyonları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

**Çizelge 4.9:** Sorunlu işletmelerden temin edilen kokulu (n:15) ve kokusuz (n:15) beyaz peynir örneklerinin ortalama çeşitli bileşen konsantrasyonları (mg/kg)

Çeşitli Bileşenler	Kokusuz	Kokulu
Methanethiol	0	0,33 ± 0,07
Mercaptoethanol	0	0,45 ± 0,13
Disulfide, dimethyl	0	0,75 ± 0,12
Trisulfide, dimethyl	0	0,38 ± 0,10
Phenol	0	0,08 ± 0,01
m-Cresol	0	0,61 ± 0,12
delta-Decalactone	0,6 ± 0,10 <sup>b</sup>	1,01 ± 0,11 <sup>a</sup>
n-dodecane	0	0,13 ± 0,01
Dodecane	0	0,16 ± 0,03
n-Eicosane	0	0,16 ± 0,02
Tetradecane	0	0,25 ± 0,02
Hexadecane	0	0,08 ± 0,01
3-Methylthio-1-Propanol (Methionol)	0	0,09 ± 0,02

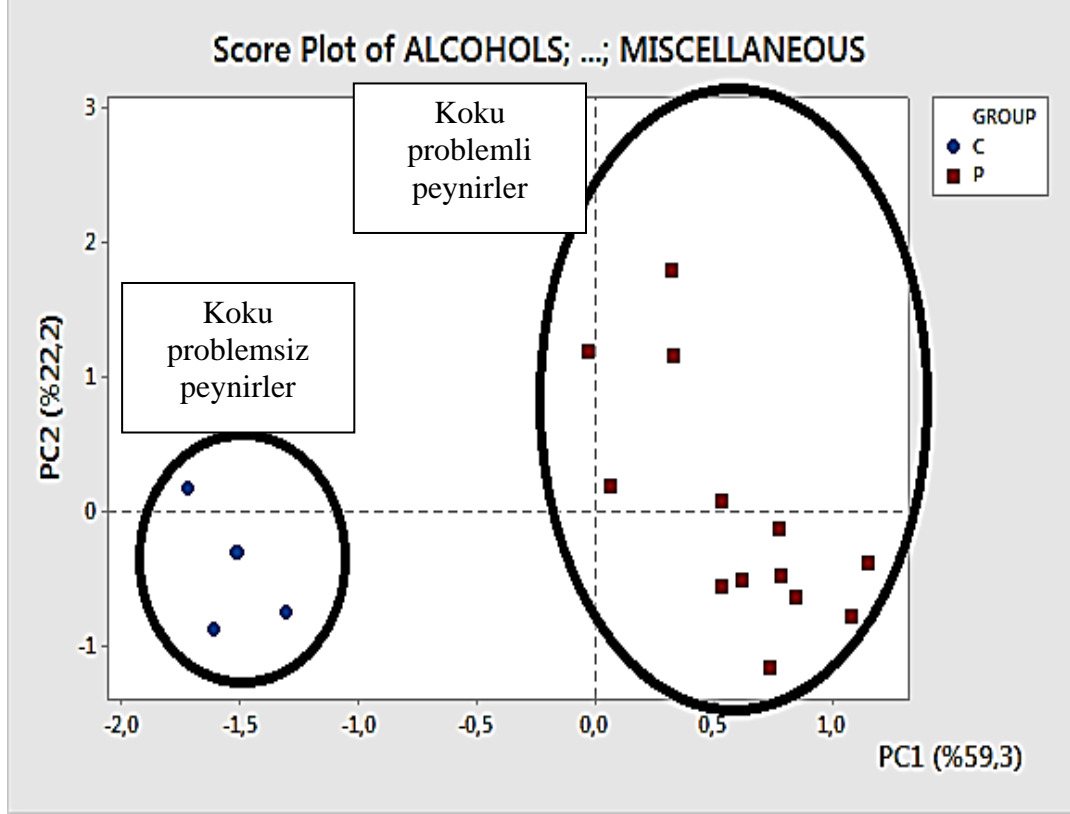
<sup>ab</sup>: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır ( $P < 0,05$ )



**Şekil 4.6:** Toplam konsantrasyonlarının karşılaştırılması.

#### **4.10.7 Beyaz peynir örneklerinin uçucu aroma bileşiklerinin temel bileşen analizi**

Temel bileşen analizi (PCA), koku problemlı ve koku problemsiz beyaz peynir örnekleri arasındaki ilk iki ana bileşen üzerindeki dağılımını ayırt etmek için peynir örneklerinin GC-MS verilerini kullanarak yapılmıştır (Şekil 4.7). Bu yöntem ile uçucu bileşenler nispi miktarlarına göre ayrılmıştır. En önemli yüklemeler ve ilk 2 temel bileşen (PC1, PC2) tarafından hesaplanan yüzdeleri Çizelge 4.10'da gösterilmektedir.



**Şekil 4.7:** Koku problemlı ve kokusuz beyaz peynir örneklerindeki uçucu aroma bileşenlerinin GC -MS'e dayalı temel bileşen analizinin skor grafiği.

Grup C: Koku problemsiz peynirler

Grup P: Koku problemlı peynirler

**Çizelge 4.10:** Beyaz peynir örneklerinin ilk 2 temel bileşen (PC1 ve PC2) tarafından hesaplanan toplam uçucu bileşiklerinin yüzdesi

Değişkenler	Faktör 1	Faktör 2	Ortak Faktör Varyansı
	Varyans	Varyans	
Toplam Karboksilik Asit	0,952	0,052	0,91
Toplam Ester	0,929	0,186	0,897
Çeşitli bileşenler	0,928	0,234	0,917
Toplam Aldehit	0,864	0,179	0,779
Toplam Keton	0,003	0,914	0,836
Toplam Alkol	-0,426	-0,613	0,557

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tezimizde çalışmamıza konu olan salamura beyaz peynir, ‘Klasik Beyaz Peynir’ olarak adlandırılmaktadır ve daha çok Marmara ve Ege Bölgesi’nde, ağırlıklı olarak mandıralarda geleneksel yöntemler ile üretilmektedir. Peynirler olgunlaşma sürecini tamamladıktan sonra piyasaya arz edilmeden önce dışarıdan bakıldığında teneke görünümünde herhangi bir anormallik olmamasına rağmen teneke açıldığında çürüme, kokuşma benzeri bir koku açığa çıkmaktadır. Süt tedarik zincirinde soğuk zincirin bozulmamasına ve üretimde hijyen kurallarına uyulmasına rağmen sorun devam etmekte, belli bir dönem ya da bölge ile sınırlandırılmamaktadır.

Klasik beyaz peynirde karşılaşılan bu sorunun çözümüne katkı sağlamak adına bu çalışmada; koku problemi olan peynirler ve koku problemi olmayan (kontrol) peynirlere çeşitli kimyasal ve mikrobiyolojik testler uygulanmış, bunun sonucunda aralarındaki farklar tespit edilmiştir. Koku problemi olan peynirlerden izole edilen proteolitik sporlu bakteri suşlarının tanımlaması yapıp bozulma yapıcı özellikleri başka çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Her iki gruba ait peynir örneklerinin uçucu bileşen analizleri yapılmış ve kötü kokuya sebep olabilecek bileşenler tespit edilmiştir.

Çalışmamızda koku problemi olan ve olmayan beyaz peynir örneklerinin ortalama pH değeri sırasıyla 5,40 ve 5,09 bulunmuştur. Sağun ve ark. (2001)’de beyaz peynir örneklerinde pH değerini ortalama 4,84 olarak rapor etmişlerdir. Güler ve Uraz (2004) analiz ettikleri beyaz peynirlerde pH değerini ortalama 4,50; Kavas ve ark. (2004), 5,10; Cinbaş ve Kılıç (2006), 4,6-5,30; Öner ve ark. (2006), 4,88-4,96; Tuncel ve ark. (2010), 5,03 olarak bildirmişlerdir. Kontrol peynirlerinin ortalama pH değeri bildirilen değerlerle yakındır. Ancak koku problemlili peynirlerin pH değeri bildirilen değerlerden yüksektir. Peynirin pH değeri birçok faktöre bağlı olarak değişebilir. Starter bakterilerin başlangıçtaki asit üretim miktarı, peynir altı suyu ile kaybedilen laktoz miktarı ve peynirdeki ikincil flora laktik asit konsantrasyonunu doğrudan etkilemektedir. Laktik asit



miktarındaki değişimler de peynirin pH'sını ve asitlik değerinin değişmesine neden olmaktadır. Olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle pH değerinin kademeli olarak düşmesine, titre edilebilir asitlik değerinin artmasına neden olur. Peynirlerde tespit etmiş olduğunuz ortalama asitlik değerleri, pH değerlerindeki farkı doğrular niteliktedir. Çalışmamızda koku problemlili beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değeri ortalama % 1,19; kontrol peynir örneklerinin ortalama % 1,37 olarak saptanmış olup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Küf ve maya ile olgunlaştırılan bazı peynir çeşitleri dışında kokulu örneklerde bulduğumuz ortalama pH değeri olgunlaşma süreci geçiren peynirlerde olması gereken değerden uzaktır. Bu da sorunlu peynirlerde ya yeterlik asit oluşmadığını ya da alkali nitelikteki metabolizma ürünlerinin asitliği nötralize ettiği anlamına gelmektedir. Özellikle örneklerle kokuşma kokusunun algılanması güçlü proteolitik aktiviteye işaret etmektedir. Olgunlaşmış peynirlerde, olgunlaşma sürecinde aşırı proteoliz meydana gelirse, amino asitlerin salınması sonucu pH'da artış gerçekleşir (Klijn ve ark., 1995). Küfler ya da mayalar tarafından asitlerin asimilasyonu, amino asitlerin deaminasyonu (Schlesser ve ark., 1992), amfoter özellik gösteren proteoliz ürünleri (Kurt ve Çağlar, 1993) ve amonyak oluşumu ile yağ asitlerinin metil ketonlara parçalanması (Kaminarides ve ark., 1990; McSweeney, 2004) pH değerinin yükselmesine neden olabilmektedir. Koku problemlili beyaz peynir örneklerimizdeki kokuşma benzeri ağır koku, güçlü bir proteolitik aktiviteye işaret etmektedir.

Son yapılan araştırmalarda beyaz peynirde kurumadde miktarının %37,40-48,13 arasında değişen kuru madde oranları bildirilmiştir (Uraz ve Şimşek,, 1998; Gürsoy ve ark., 2001; Sağun ve ark., 2001; Güler ve Uraz, 2004; Kavas ve ark., 2004; Çelik ve ark., 2005; Cinbaş ve Kılıç, 2006; Öner ve ark., 2006; Topçu ve Saldamlı, 2006; Tuncel ve ark., 2010). Bu farklılık, çiğ süt bileşimi, üretim teknolojisi ve peynir olgunlaşmasında standardizasyon olmamasından ileri gelmektedir (Çelik ve ark., 2009). Çalışmamızda koku problemlili peynir örneklerinin % kurumadde değeri ortalama 48,30; kontrol peynir örneklerinin 50,09 bulunmuştur. Kurumaddede yağ değerlerinde yapılan istatistiksel analizde her iki grup peynir arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Koku

problemlili ve kontrol peynir 6rneklerinin ortalama % kurumaddede yağ değerleri sirasıyla 55,54 ve 54,52 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda %39,50 ile %52,82 arasında değişen kurumaddede yağ oranları bildirilmiştir. (Uraz ve şimşek, 1998; Saldamlı ve Kaytanlı, 1998; Uraz ve şimşek, 1998;elik ve ark., 1998; G6rsoy ve ark., 2001; Sağun ve ark., 2001; Dağdemir ve ark., 2003; G6ler ve Uraz, 2004; Kavas ve ark., 2004; elik ve ark., 2005; Cinbaş ve Kılıç, 2006; 6ner ve ark., 2006; Topçu ve Saldamlı, 2006; Tuncel ve ark., 2010).

Peynirdeki protein konsantrasyonu, peynir çeşidine bağlıdır ve ortalama %3 ila %40 arasında değişir. Peynir altı suyu ayrıldıktan sonra peynirde kalan temel protein kazeindir. Peynir olgunlaşması kazeinin s6t enzimleri, peynir mayası ve bakteriyel enzimler tarafından suda 6z6nen ve 6z6nmeyen peptitlere ve amino asitlere aşamalı olarak parçalanmasını kapsayan s6retir, lezzet ve doku gelişimi için gereklidir (Fox ve ark., 2017). Yapılan 6l6mlerde kontrol peynir 6rneklerinde protein oranı ortalama %23,35; koku problemlili peynir 6rneklerinde %24,83 olarak bulunmuştur. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0,05$ ). Çalışmamızda kontrol peynir 6rneklerinin ortalama k6l miktarı %4,21, koku problemlili 6rneklerin %4,46 bulunmuştur ve aralarındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ( $P<0,05$ ). Daha 6nce yapılan çalışmalarda k6l miktarı %3,7 ile %8,11 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir (Kurt ve 6zdemir, 1995; elik ve ark., 1998; Dağdemir ve ark., 2003; G6ler ve Uraz, 2004; Salum ve ark., 2018). Bu farklılığın kullanılan s6t çeşidi ile alakalı olduğu d6ř6n6lmektedir.

Suda 6z6nen azot (SA) değeri yaygın olarak proteoliz indeksi olarak kullanılır. Elde edilen ekstraktlar, k66k ve orta boy peptit, amino asit ve bunların bozunma 6r6nlerini içerir. Su ile ekstraksiyon peynirdeki k66k peptitleri proteinlerden ve b6y6k peptitlerden verimli bir şekilde ayırır. Genellikle toplam azotun y6zdesi olarak ifade edilir, peynir çeşidine g6re değişir ve olgunlaşma boyunca artar (Fox ve ark., 2017). Çalışmamızda kontrol peynir 6rneklerinin ortalama SA değeri %20,99 iken, koku problemlili peynir 6rneklerinin %23,94 olarak bulunmuştur ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0,05$ ). Cinbaş ve Kılıç (2006), end6striyel ve geleneksel y6ntem ile 6rettikleri beyaz peynir 6rneklerinde SA değerlerini sirasıyla %18,9 ve %16,1 olarak bildirmişlerdir. Ezine peynirlerinde yapılan bir diğer çalışmada

SÇA değeri %22,66 bulunmuştur (Tuncel ve ark., 2010). Şahingil ve ark. (2014) 3 farklı starter kültür ve 2 farklı sıcaklık kullanarak yaptıkları çalışmada SÇA değerlerini %17,96 ve %20,91 arasında değişen değerlerde bildirmişlerdir. Koku problemlili peynir örneklerimizin SÇA değeri yapılan tüm bu çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Proteoliz sonucu sadece protein ağı parçalanmakla kalmaz, ikincil katabolik değişimler sonucu istenmeyen aroma bileşenleri de oluşabilir (Sousa ve ark., 2001; McSweeney, 2004). Yüksek SÇA değeri peynir örneklerimizdeki kokuşma ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz kimyasal parametrelerin sonuçları Türk beyaz peynirinin kimyasal bileşiminde kalite kontrolde ve üretim uygulamalarında çeşitlilik olduğunu göstermektedir. İşletmeye kabul edilen sütün bileşimi açısından herhangi bir standardizasyonun olmaması ve peynir üretim aşamalarının nitelik ve niceliklerinin farklılık göstermesi peynirin bileşimine de yansımaktadır (Turantaş ve ark., 1989). Bu nedenle, aynı işletmede üretilen peynirlerin bileşimleri bile birbirinden farklı olabilmektedir.

Karboksilik asitler, yapılan analizlerde koku problemlili ve kontrol grubu peynirlerde, sırasıyla toplam bileşen miktarının %80,65 ve %75,46'ini oluşturarak en yüksek oranda saptanan uçucu bileşen grubu olarak tespit edilmiştir. Koku problemlili peynirlerde 21 adet, kontrol peynirlerinde 8 adet asit belirlenmiştir. Karboksilik asitler alkoller, aldehitler, laktonlar, esterler gibi bileşenlerin öncü maddeleridir (Collins ve ark., 2003). Kısa ve orta zincirli olanları düşük algılanma eşik değerine sahiptir, birçok peynir türünde aroma ve tat bileşeni olarak nitelendirilir (Zerfiridis ve ark., 1984, Tavaría ve ark., 2004). Karboksilik asitler sadece lipoliz yolu ile oluşmaz. Amino asit deaminasyonu, laktoz metabolizması ve lipid oksidasyonu ile açığa çıkan ürünler de asit oluşumuna etki eder. Lösin, izölösün, valin, glisin, alanin, serin ve treoninin oksidatif deaminasyonu (Hemme ve ark., 1982), laktozun fermente olması (Urbach,1993; Molimard ve Spinnler, 1996) kısa zincirli uçucu yağ asitlerinin oluşumunu sağlar. Karboksilik asitlerin konsantrasyonundaki artış ransit koku ve tat ile sonuçlanabilir (Bontinis ve ark., 2012). Karboksilik asitlerin olgunlaşma sırasında oluşum mekanizması laktoz fermentasyonu, lipoliz ve proteoliz olarak 3 şekilde olmaktadır (Curioni ve Bosset, 2002). Laktoz fermentasyonunda laktoz, laktik asit bakterileri tarafından oksidatif

dekarboksilasyona uğrayarak karboksilik asitlere metabolize olur. Bu dönüşüm sonucu asetik, propionik ve formik asit gibi asitler açığa çıkar (Marilley ve Casey, 2004). Lipoliz sonucu süt lipidleri hidrolize olur, kısa ve orta zincirli yağ asitleri açığa çıkar. Lipoliz pek çok peynir çeşidinde kısa zincirli yağ asitlerinin aromaya olan katkısından dolayı istenen bir durumdur fakat ileri düzeyde lipoliz acılaşmaya yol açar ve istenmez. Serbest yağ asitleri istenen aroma oluşumu için diğer bileşenler ile dengede olmalıdır (Bosset ve Gauch, 1993; Fox ve ark., 1995). Proteoliz sonucu açığa çıkan serbest amino asitlerin deaminasyonu sonucu oluşan dallanmış zincirli  $\alpha$ -keto asitler oksidatif dekarboksilasyon ile 3-metil propanoik, 3-metil bütanoik asit, 2-metil pentanoik asit, 2-metil hekzanoik asit, 2-metil butanoik asit gibi dallanmış zincirli karboksilik asitlere metabolize olurlar (Brennand ve ark., 1989).

Çalışmamızda koku problemleri peynirlerde en fazla konsantrasyona sahip karboksilik asit hekzanoik asittir (71,17 mg/kg). Düz zincirli ve 6 karbonlu bir yağ asididir. Heksanoik asit, kopra yağının anımsatan mide bulandırıcı, terli, kokuşmuş, ekşi, keskin, yağlı, hoş olmayan bir kokuya sahiptir. Keskin bir tadı vardır (George, 2009). Aroma eşik değeri 93  $\mu$ g/kg -10 mg/kg arasındadır. Keçi peyniri aromasına önemli katkı sağlar. Daha önce yapılan beyaz peynir çalışmalarında hekzanoik asit; Akın ve ark. (2003) lipaz ilavesi yapılmamış beyaz peynir örneklerinde 30. günün sonunda 13 mg/kg; Özer ve ark. (2011) *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* suşu ilave edilmiş beyaz peynir örneklerinde 90. günün sonunda 1,51 - 0,23 - 0,39 ve 0,46 mg/kg; Demirci (2012) 4 adet beyaz peynir örneğinin 2 tanesinde sırasıyla 0,004 ve 0,6 mg/kg; Salum ve ark. (2018) 2,1-16,5 mg/kg bulmuşlardır. Çalışmamızda bulduğumuz değer bildirilen değerlerden çok yüksektir. Beyaz peynir çalışmaları ile benzerlik bulunmamaktadır. Hayaloğlu ve Karabulut (2013) tarafından 11 farklı peynir çeşidinde yapılan çalışmada keçi, koyun ve inek sütü karışımından üretilen Ezine peynirinde hekzanoik asit içeriği ortalama 110,4 mg/kg bulunurken, Öztürkoğlu (2014) tarafından yapılan çalışmada Divle Obruk peynirinde sırasıyla 45,4 – 41,09 ve 84,91 mg/kg olarak bildirilmiştir.

2-metil hekzanoik asit (57,82 mg/kg) koku problemleri peynir örneklerinde en baskın 2. karboksilik asittir. Dallanmış zincirli bir yağ asididir. Konsantrasyonu 50 mg/kg olduğunda ter ve yağlımsı kokuya sahiptir (Brennand ve ark., 1989).

Dallanmış zincirli yağ asitleri koyun ve keçi peynirlerinde karakteristiktir. Proteinlerin ileri derecede degradasyonu ile oluşan izolösin ve lösin amino asitlerinin parçalanması sonucu oluştuğu belirtilmiştir, “terimsi” koku verir (Demirci, 2012). Çalışmamız ile benzerlik gösteren bir çalışma bulunamamıştır. Demirci (2012) koyun ve keçi peyniri örneklerinde 2-metil hekzanoik asit konsantrasyonunu sırasıyla 0,038 ve 0,33 mg/kg olarak bildirmiştir.

Valerik asit, 5 karbonlu, düz zincirli bir asittir. Peynirde lipoliz sonucu veya laktoz-laktik asit fermantasyonu ile oluşur (Urbach, 1993). Valerik asit, hoş olmayan bir koku ve tada sahiptir (George, 2009). Kokusu çürümüş, acımsı, terimsi olarak nitelendirilir. Koku problemlili peynir örneklerimizde 52,82 mg/kg konsantrasyonu ile 3. baskın karboksilik asittir. Yapılan çalışmalarda, Akın ve ark (2003) beyaz peynirde 19 mg/kg, Demirci (2012) inek sütünden yapılan beyaz peynirde 0,004 mg/kg, koyun sütünden yapılan beyaz peynirde 1,09 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Öztürkoğlu (2014), koyun sütünden yapılan Divle Obruk peynirlerinde 11,02 ve 33,4 mg/kg olarak bildirmiştir. Çalışmamızda bulunan değer diğer çalışmalara ile benzerlik göstermemektedir.

Çalışmamızda koku problemlili peynir örneklerinde oktanoik asit en yüksek konsantrasyona sahip 4. karboksilik asittir (ort. 48,81 mg/kg). Düz zincirli bir yağ asidi olan oktanoik asit 8 adet karbon atomu içerir ve hoş olmayan bir kokusu vardır. Aroma eşik değeri 910 µg/kg-19 mg/kg arasındadır (George, 2009), keçi peynirlerinin karakteristik aroma bileşenidir. Sabunumsu, keçimsi, terimsi kokuya sahiptir (Collins ve ark., 2003). Güler ve Uraz (2004), 30 adet beyaz peynir numunesinde yaptıkları çalışmalarda oktanoik asit konsantrasyonunu 2,6 mg/kg olarak rapor etmişlerdir. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 9 adet beyaz peynirde yapılan bir çalışmada oktanoik asit konsantrasyonu ortalama 3-4 mg/kg bildirilmiştir (Salum ve ark., 2018). Çalışmamızda bulduğumuz konsantrasyon diğer çalışmalara benzerlik göstermemektedir. Bulduğumuz değer keçi ve koyun sütünden yapılan peynirlerle benzerlik göstermektedir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013), 11 farklı peynir çeşidinde yaptıkları bir çalışmada keçi, koyun ve inek sütü karışımından üretilen Ezine peynirinde oktanoik asit değerini ortalama 90 mg/kg; Öztürkoğlu (2014) koyun sütünden yapılan Divle Obruk peyniri örneklerinde 28,66- 49,89- 30,16 mg/kg olarak rapor etmişlerdir.

İsovalerik asit, karakteristik hoş olmayan, kokuşmuş bir kokuya sahiptir. Tespit edilebilir aroma eşik değeri 190 µg/kg-2.8 mg/kg arasındadır (George, 2009). İsovalerik asidin lösin deaminasyonu ile oluştuğu bildirilmiştir (Molimard ve Spinnler 1996; Curioni ve Bosset, 2002). Dallanmış zincirli amino asitlerden türeyen isovalerik, 2-metilbutirik ve isobütirik asitler gibi yağ asitleri kokuşmuş, çürümüş, terimsi, dışkı benzeri kokulara sahiptir (Brennan ve ark., 1989; Karagül-Yüceer ve ark., 2002; Moio ve ark., 2000; Rychlik ve Bosset 2001; Thierry ve Maillard, 2002). Bu bileşikler, konsantrasyonlarına bağlı olarak peynir aroması üzerinde kötü etkilere sahip olabilir. Koku problemleri peynir örneklerimizde isovalerik asit konsantrasyonu 43,72 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Daha önce beyaz peynirde yapılan bir çalışmada isovalerik asit miktarı 0,34 mg/kg olarak bildirilmiştir (Demirci, 2012). Beyaz peynirde yapılan diğer çalışmalarda bu bileşene rastlanmamıştır. İsovalerik asidin İsviçre tipi ve çedar gibi olgunlaşmış peynirlerde aromaya katkı sağladığı bildirmiştir (Thierry ve ark., 2004; Smit ve ark., 2005). Divle Obruk peynirinde yapılan bir çalışmada 3 farklı üretim tesisinden alınan örneklerde isovalerik asit konsantrasyonu sırasıyla 114,24-142,48-156,09 mg/kg bulunmuştur (Öztürkoğlu, 2014). Peynirlerden farklı olarak Japonya’da geleneksel bir yiyecek türü olan, soya fasulyesinin *Bacillus subtilis natto* ile fermente edilmesi ile elde edilen ‘Natto’da; isovalerik asit, isobütirik asit ve 2-metilbütirik asit bileşenlerinin çürük kokuya sebep olduğu bildirilmiştir. *Bacillus subtilis natto*, lösin dehidrogenaz enzimi ile lösinini isovalerik aside metabolize etmektedir. Bakteriye bu enzimi üreten gen engellendiğinde çürük koku ortadan kalkmıştır (Takemura ve ark., 2000). Çalışmamızda isovalerik asidin yanı sıra 2-metil bütirik asit 1,16 mg/kg konsantrasyonunda bulunmaktadır.

Ayrıca, Ara ve ark. (2006), kuvvetli ayak kokusunun *Bacillus* cinsi bakterilerdeki artışla ilişkili olduğunu bildirmişler ve isovalerik asit miktarında istenmeyen düzeydeki artışı önemli bir faktör olarak kabul etmişlerdir. *Bacillus* sp. H20 suşunu; %0,2 L-lösin ilave edilmiş SCD (Soybean Casein Digest) besiyerinde 30 °C’de 3 gün inkübe etmişler ve oluşan isovalerik asit miktarını 46,6 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda amino asitlerden oluşan karboksilik asitlerin yüksek miktarda olması, koku problemleri peynirlerde ileri düzeyde bir proteoliz metabolizmasının

sonucu olduğunu göstermektedir. Elde edilen veriler ve diğer çalışmalardan edinilen bilgiler doğrultusunda, beyaz peynirlerde yapılan çalışmalar ile çalışmamız arasındaki farklılığın nedeninin koku problemlili peynir örneklerimizdeki mikroorganizmaların farklı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çalışmamızda alkoller en yüksek konsantrasyonda belirlenen 2. grup bileşiktir. Kontrol grubu peynirlerde toplam bileşen miktarının %12,7'sini oluşturan 11 adet, koku problemlili peynirlerde toplam bileşen miktarının % 5,8'ini oluşturan 12 adet alkol tespit edilmiştir. Etil alkol ve 2-butanol her iki grup peynirde de en yüksek konsantrasyona sahip alkollerdir (Çizelge 4.5). Koku problemlili peynirlerde tespit edilen 3-metil-2 butanol, kontrol peynir örneklerinde tespit edilememiştir.

Peynirlerde alkol oluşumu, laktoz metabolizması, amino asit metabolizması, metil ketonun indirgenmesi ile ve ayrıca linoleik ve linolenik asitlerin bozulmasıyla meydana gelebilir (Molimar ve Spinnler, 1996). Etil alkolün peynirlerde temel alkol olduğu daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Massouras ve ark., 2006, Hayaloğlu ve ark, 2007, Wolf ve ark., 2010, Bontinis ve ark., 2012). Etanol ayrıca Feta (Horwood ve ark., 1981; Bintis ve Robinson, 2004), Minas (Correa Lelles Nogueira ve ark., 2005) ve Cheddar (Arora ve ark., 1995) gibi diğer peynir türlerinde temel alkol olarak bulunur. Çalışmamızda etil alkol, her iki grup peynirde de en yüksek düzeyde tespit edilmiş olup konsantrasyonu kontrol peynirlerinde 9,77 mg/kg, koku problemlili peynirlerde 5,39 mg/kg'dır. Etanol genellikle laktozun fermantasyonu ve alanin amino asidinin katabolizmi sonucu oluşur (Hayaloğlu ve ark., 2007). Özer ve ark. (2011) farklı starter kültür kullanarak ürettikleri 4 farklı beyaz peynirde etanol konsantrasyonlarını 2,92 µg/100g, 16,40 µg/100g, 7,55 µg/100g, 16,10 µg/100g olarak bildirmişlerdir. Ankara'da satılan beyaz peynirlerde yapılan bir çalışmada etanol konsantrasyonları 10.71 µg/kg, 44.14 µg/kg ve 10.34 µg/kg bulunmuştur (Demirci, 2012). Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Ezine peynirinde etanol miktarını 90.23 µg/100g tespit etmiştir. İki farklı sıcaklıkta olgunlaştırılan beyaz peynirlerde (6 ve 12 °C) etanol miktarı sırasıyla 53.4 ve 57.3 µg/100g bildirilmiştir (Şahingil ve ark., 2014). Çalışmamızda bulunan değer diğer çalışmalar ile benzerlik göstermemektedir. Peynir örneklerinde

yüksek miktarda tespit edilen ikinci alkol olan 2-butanol bir sekonder alkoldür. Diasetilin bakteriyel enzimler vasıtasıyla asetoine, 2,3-bütandiole, devamında 2-bütanona ve sonunda 2-bütanole indirgendiği bildirilmiştir (Bontinis ve ark., 2012). 2-butanol Cheddar (Barlow ve ark., 1989), Feta (Horwood ve ark., 1981) ve Roncal (Izco ve Torre, 2000) gibi bazı peynir çeşitlerinde büyük miktarlarda tespit edilmiştir. 2-butanol İspanyol Manchego peynirinde en fazla bulunan ikincil alkol olarak rapor edilmiştir (Gomez-Ruiz ve ark., 2002).

1-propanol, 1-butanol, 1-pentanol, 1-heksanol, 1-oktanol gibi birincil alkoller, aldehitlerin indirgenmesiyle üretilir (Arora ve ark, 1995; Moio ve Addeo, 1998) ve peynirde alkollü, şarap, tatlı, meyveli ve sert aromalar oluştururlar (Barron ve ark., 2007). Ülkemizde beyaz peynirde yapılan çalışmalarda 0,9 µg/100g'dan 206,44 µg/100g'a kadar değişen konsantrasyonlarda rapor edilmiştir (Özer ve ark., 2011; Demirci, 2012; Hayaloğlu ve Karabulut, 2013; Şahingil ve ark., 2014). Çalışmamızda bulunan değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir. 2-heptanol gibi bazı ikincil alkollerin Gorgonzola ve Grano Padano peynirlerinde (Curioni ve Bosset, 2002) temel koku bileşeni olduğu, ayrıca yarı sert İspanyol keçi peynirinde (Poveda ve Cabezas, 2006) de yüksek konsantrasyonlarda tespit edildiği bildirilmiştir. Salum ve ark. (2018) ülkemizin çeşitli yörelerinden topladıkları beyaz peynirlerde 2-heptanol konsantrasyonunu sırasıyla 0,06 mg/kg, 0,04 mg/kg, 0,05 mg/kg, 0,06 mg/kg, 0,08 mg/kg, 0,1 mg/kg, 0,04 mg/kg, 0,06 mg/kg, 0,08 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir. Sadece koku problemleri peynirlerde tespit edilen 3-metil-2-butanol ise (isoamil alkol), sekonder alkoldür, metil grubu içerir ve dallı zincirli amino asit metabolizması sonucu üretilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Lösinden üretilen aldehitin indirgenmesinden kaynaklanmaktadır (Curioni ve Bosset, 2002). Fuzel yağı gibi ağır, alkollü bir kokusu vardır. Daha önce yapılan çalışmalarda Çanak peynirinde 0,015 mg/kg, 0,013 mg/kg, Hellim peynirinde 0,009 mg/kg düzeyinde rapor edilmiştir (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013). Çalışmamızda 2,19 mg/kg olarak bulunmuştur, bildirilen değerlerden oldukça yüksektir. Zabaleta ve ark., (2016), ticari koyun sütü peynirlerinde fekal koku ile 3-metil-1-butanol varlığı arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmadan yola çıkarak



3-metil-2-butanol ile peynir örneklerimizdeki kötü koku problemi ilişkilendirilebilir.

2,3-butanediol peynirlerde sitrat metabolizması sonucu oluşan organik kokusuz bir bileşiktir. Bu metabolizma sonucu oluşan bileşenler sırasıyla asetat, diasetil, asetoin ve 2,3-butanedioldür. Hutkins (2008), diasetil oluştuktan sonra eğer pH yeteri kadar düşüğe disaetili koruyacağını, asetoin ve sonrasında 2,3-butanedirole indirgenme mekanizmasının gerçekleşmeyeceğini bildirmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013), 2,3-butanediol miktarını Çanak peynirinde 0.02 mg/kg, Divle tulum peynirinde 0,12 mg/kg, Ezine peynirinde 0,04 mg/kg, Hellim peynirinde 0,02 mg/kg, Mihaliç peynirinde 0,03 mg/kg, Örgü peynirinde 0,05 mg/kg, Urfa peynirinde 0,07 mg/kg olarak rapor etmiştir. Bu çalışmada verilen değerlerden Divle tulum peyniri bizim çalışmamızda bulduğumuz sonuca en yakın değerdir. Nitekim Divle tulum peynirlerinde bulunan ortalama pH 5,10 değeri (Öztürkoğlu, 2014) çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir, yüksek pH değeri 2,3-butanediol oluşumunu arttırmıştır (Hutkins, 2008). Elde ettiğimiz sonuçlara göre koku problemlili peynirlerdeki kötü koku, alkol bileşenleri ile tam olarak ilişkilendirilemez. Alkoller genellikle konsantrasyonları dengede olduğu sürece peynirde istenen aromadan sorumlu temel uçucu bileşenlerdendir.

Esterler, çalışmamızda en yüksek konsantrasyonda belirlenen 3. grup bileşiktir. Kontrol grubu peynirlerde toplam bileşen miktarının %8,3'ünü oluşturan 7 adet, koku problemlili peynirlerde toplam bileşen miktarının %9,0'unu oluşturan 12 adet ester tespit edilmiştir. Bu esterlerden en sık tanımlanan alt gruplar etil esterler (8), propil esterler (2), metil esterlerdir (2). Etil esterler özellikle etil hekzanoat, etil oktanoat ve etil nonaoat her iki grup peynir örneğinde en yüksek konsantrasyonda bulunan esterlerdir (Çizelge 4.6).

Peynirlerde ester oluşumu, alkollerin ve karboksilik asitlerin doğrudan esterifikasyonu veya alkoliz ile meydana gelir (Hayaloğlu ve ark., 2007). Esterifikasyonda kısa ve orta zincirli yağ asitleri ile laktoz fermentasyonu ve amino asit katabolizması sonucu oluşan birincil ve ikincil alkollerin arasında reaksiyon gerçekleşir (Curioni ve Bosset, 2002). Alkolizde ise açılgliserollerden gelen yağ açıl grupları ve açıl CoA türevlerinin alkollere transfer olduğu bir transferaz reaksiyonu oluşur. Bu reaksiyon laktik asit bakterileri ve mayaların

gerçekleştirdiği ester biyosentezinin önemli mekanizmalarından biridir (Liu ve ark., 2004). Etanol, esterlerin üretiminde sınırlayıcı reaktandır; etil alkol laktozun fermantasyonu veya amino asit katabolizmasından üretilir (McSweeney, 2004). Esterlerin büyük bir kısmı çiçek ve meyveli notalara sahiptir, yağ asitlerinin keskinliğini ve aminlerin acılığını en aza indirerek peynir aromasına olumlu katkıda bulunabilir (Pinho ve ark., 2003). Peynir aromasında büyük katkı sahibi olmalarının nedeni düşük algılanma eşik değerlerine ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) sahip olmalarından ileri gelmektedir.

Etil esterler Manchego (Fernandez ve ark., 2004), Arjantin (Bergamini ve ark., 2010), Tulum (Hayaloglu ve ark., 2007) ve Kaşar (Hayaloglu, 2009) peynirlerinde de temel esterlerdir. Benzer şekilde, etil bütanoat, etil heksanoat, etil oktanoat ve etil laktat, Malatya peynirinde de en yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Hayaloglu ve Brechany, 2007). Her iki grup peynirde de baskın olan etil esterlerden etil heksanoat en yüksek konsantrasyona sahiptir. Etil heksanoat güçlü meyvemsi, ananas benzeri bir kokuya sahiptir. Salum ve ark. (2018) çeşitli bölgelerden topladıkları beyaz peynir örneklerinde etil heksanoat konsantrasyonunu 0,5-2,94 mg/kg arasında değişen miktarlarda tespit etmişlerdir. Farklı starter kültürler ilave edilerek 6 ve 12 °C’de olgunlaşması tamamlanan beyaz peynirlerde etil heksanoat miktarı sırasıyla 0,04 mg/kg ve 0,05 mg/kg bildirilmiştir (Şahingil ve ark., 2014). Hayaloğlu ve Karabulut (2013), çalışmalarında en yüksek etil heksanoat konsantrasyonunu 2,58 mg/kg ile Çanak peynirinde tespit etmişlerdir. Etil oktanoat en yüksek konsantrasyona sahip ikinci etil esterdir. Daha önce yapılan çalışmalarda etil oktanoat tespit edilmiş olup miktarları yine bizim çalışmamızdan oldukça düşüktür (Hayaloğlu, 2009; Özer ve ark., 2011; Demirci, 2012; Hayaloğlu ve Karabulut, 2013; Şahingil ve ark., 2014; Salum ve ark., 2018).

Çeşitli beyaz peynir aromaları üzerine yapılan bir çalışmada; etil asetat, etil bütanoat, etil heksanoat, etil dekanat ve etil oktanoatın kütle spektrometresi ve olfaktometre dedektöründe gösterdiği karakteristik “meyve kokusu” ile aromaya önemli katkıları olduğu ve inek, koyun, keçi peyniri örneklerinde yapılan flavor dilüsyon analizlerinde yüksek dilüsyon faktörü göstererek karakteristik aroma maddesi oldukları bildirilmiştir (Demirci, 2012). Çalışmamızda da adı geçen esterler önemli konsantrasyonlara sahiptir. Sadece koku problemleri peynirlerde

saptanan propil hekzanoat ve propil dekanoate meyvemsi kokulara sahiptir ve diğer çalışmalarda düşük konsantrasyonlarda bildirilmiştir (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013; Salum ve ark., 2018).

Etanetiyonik asit s-metil ester (S-metiltiyoasetat) bir tiyoesterdir ve yüzey olgunlaştırılması yapılan peynirlerde karakteristik kokudan sorumludur. Pişmiş karnabahar kokusu olan bu bileşen; Limburger (Parliment ve ark., 1982) ve İsviçre peynirinde (Yang ve Min, 1994) uçucu fraksiyonda tespit edilmiştir. Metanetiol ve yağ asitleri, S-metiltiyoasetat'ın öncü maddeleridir ve olgunlaşma esnasında starter bakteriler ve ikinci grup bakteriler tarafından üretilebilir (Weimer ve ark.,1999). Genel olarak esterler kötü koku problemi ile ilişkilendirilmemesine rağmen çalışmamızda sadece koku problemi olan peynirlerde tespit edilen bu bileşen, sahip olduğu sülfürlü, aşırı olgunlaşmış peynirlerde bulunan karakteristik çürük bir kokuya sahip olması koku problemine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda kontrol grubu peynirlerde 1 adet, koku problemlili peynirlerde 4 adet keton bileşiği tanımlanmıştır. Metil etil keton (2-butanone) her iki grup peynir örneğinde de benzer konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Ketonlar çoğu süt ürününde bulunan temel uçucu bileşenlerdendir. Yüzeyden küfle olgunlaştırılan peynirlerde ve blueveined peynirlerinde ketonlar özellikle metil ketonlar, tipik kokuları ve düşük algılama eşikleri nedeniyle aromaya büyük katkı sağlar. Yüzeyden olgunlaştırılan peynirlerde metil ketonların oluşumu küflerin (*P. roqueforti*, *P. camemberti*, *G. candidum*) enzimatik aktiviteleri ile ilgilidir (Curioni ve Bosset, 2002). Metil ketonların oluşum mekanizması, serbest yağ asitlerinin enzimatik olarak beta-keto asitlere oksidasyonu ve ikinci aşamada bir karbon atomu vererek alkan-2-one'lara dekarboksilasyonu ile gerçekleşir (Engels ve ark., 1997; McSweeney ve Sousa, 2000). Ketonların meyvemsi, çiçeksi, küflü, mantarimsı, yağlı ve fındığımsı kokulara sahip olabileceği ve Emmental, Gorgonzola, Ragusano, Camembert peynirlerinde önemli aroma bileşenleri olduğu bildirilmiştir (Curioni ve Bosset, 2002). Çalışmamızda her iki grup peynirde de yüksek konsantrasyonda bulunan keton bileşiği metil-etil-keton(2-Bütanon)'dur. 2-Bütanon, laktoz fermantasyonu ve sitrat metabolizması ile üretilen diasetilden türetilir (Ziino ve ark., 2005). Hoş, keskin, otsu bir kokusu vardır (Delgado ve ark., 2011). 2-

Bütanon, Xinotyri (Bontinis ve ark., 2012) ve Teleme (Massouras ve ark., 2006) peynirlerinde ana keton olarak bildirilmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013), Ezine peynirinde 1,72 mg/kg, Mihaliç peynirinde 1,68 mg/kg, Divle peynirinde 2,4 mg/kg konsantrasyonunda 2-bütanon tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada 3 farklı Divle obruk peynirinde 313, 319, 657 mg/kg gibi yüksek konsantrasyonlarda 2-Bütanon miktarı bildirilmiştir (Öztürkoğlu, 2014). Küflü bir kokuya sahip olan 2-undekanon koku problemlili peynir örneklerinde çok düşük konsantrasyonlarda (0,20 mg/kg) bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda beyaz peynirlerde 0,017-0,04 mg/kg arasında (Salum ve ark., 2018); kaşar peynirinde 0,07-0,67 mg/kg arasında (Hayaloğlu, 2009); Civil, Çanak, Dil ve Divle peynirlerinde sırasıyla 0,1-0,03-0,03- 0,02 mg/kg (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013); Divle obruk peynirinde 5,06 ve 2,08 mg/kg (Öztürkoğlu, 2014) olarak rapor edilmiştir. Koku problemlili peynirlerde saptanan 2-Tridekanon, fıstığı andıran sıcak, yağlı, otsu bir kokuya sahiptir, Mavi küflü peynirlerde, Cheddar, İsviçre, Camembert, Gruyere, Limburger ve Parmesan peynirlerinde tespit edilmiştir (George, 2009). Ketonların peynirlerde istenmeyen bir değişikliğe neden olduğuna dair herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle, koku problemlili peynirlerdeki kötü koku keton bileşenleri ile ilişkilendirilememiştir.

Çalışmamızda 5 adet aldehit tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Aldehitler, dekarboksilasyon, deaminasyon yoluyla yağ asitleri veya amino asitlerin katabolizması ile üretilir. Diğer bir yol ise Strecker bozunmasıdır. Dikarboniller veya hidroksikarbonil ara maddeleri amino asitleri deamine eder ve Strecker aldehidlerini oluşturur. Aldehitler, alkoller ve asitler arasında ara maddedir, oksijen ile çift bağa sahip olduğu için alkollerden daha reaktiftir ve alkollere veya asitlere dönüştükleri için peynirde yüksek konsantrasyonlarda birikmezler. Aldehitlerin aroma eşik değerleri çok düşüktür; peynire yeşil ot, malt kokusu, fındığımsı koku verirler (Molimard ve Spinnler, 1996; Curioni ve Bosset, 2002). Lösin amino asidinden (García-Cayuela ve ark., 2012) türeyen 3-Metil-1-Bütanalın, Proosdji, Parmesan, Camembert, Blue ve Cheddar gibi peynirlerde baharatlı, kakao, olgunlaşmamış, elma benzeri, peynirli, yeşil, malt ve sert tatlardan sorumlu olduğu bulunmuştur (Sablé ve Cottenceau, 1999). Şahingil ve ark. (2014), 6 ve 12 °C'de olgunlaştırılan starter kültür ilaveli beyaz peynirlerde

sırasıyla 0,5 ve 0,6 µg/100 g 3-Metil-1-Bütanal bulmuşlardır. Örgü, Malatya ve Divle peynirlerinde sırasıyla 0,06-0,05-0,05 mg/kg konsantrasyonunda 3-Metil-1-Bütanal tespit edilmiştir (Hayaloğlu ve Karabulut, 2013). Minas peynirinde yapılan bir çalışmada 0,66 µg/, Camembert peynirinde yapılan başka bir çalışmada 3-Metil-1-Bütanal konsantrasyonu 0,14 mg/kg olarak bildirilmiştir (Kubícková ve Grosch, 1998, Nogueria ve ark., 2005). Ezine peynirinde hekzanal ve 3-Metil Bütanal tanımlanmıştır (Yüceer ve ark., 2009). Hekzanal, butanal, nonanal ve pentanal her iki grup peynirde de düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Aldehitler kontrol grubu peynirlerin toplam uçucu bileşen miktarının %0,4'ünü, koku problemlili peynirlerde %0,5'ini oluşturmaktadır. Peynirlerde yüksek aldehit konsantrasyonu istenmeyen tatlara neden olduğu için istenmez (Moio ve Addeo, 1998). Yapılan çalışmalarda aldehitlerin kötü koku ile ilişkilendirilmesine ait bir veri mevcut değildir. Bizim çalışmamızda da aldehit konsantrasyonları düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Bu veriler neticesinde kötü koku problemi aldehitler ile ilişkilendirilememiştir.

Çalışmamızda kontrol grubu peynirlerde 1 adet, koku problemlili peynirlerde 13 adet çeşitli bileşen tanımlanmıştır. Bu bileşenler sülfür bileşikler, lakton ve hidrokarbonlardan oluşmaktadır. Her iki grup peynir örneğinde tespit edilen bileşen sadece Delta-dekalakton'dur (Çizelge 4.9).

Birçok fermente ve olgunlaşmış gıdada güçlü koku veren kükürt bileşikler haşlanmış lahana ve karnabahar, et, sarımsak, yumurta gibi, çürümüş kokulara sahiptir ve kükürt içeren amino asitler olan Metiyonin ve Sistein'den üretilir. Metiyonin yıkımı, karbon ve sülfür arasındaki bağın bir metioninedemethiolaz enzimi ile bölünmesiyle gerçekleşir (Yvon ve Rijnen, 2001). Metiyonin içeren peptidlerin degradasyonu ya da amino asidin yan zincirinden direkt ayrılma ile metantiyol oluşur. Metantiyol sülfür bileşenlerinin oluşumunda öncü maddedir. *B. linens*, Camembert gibi küfle olgunlaştırılan ve yüzeyden olgunlaşan peynirlerde sülfürlü bileşiklerinin üretimini sağlar (Molimard ve Spinnler, 1996; McSweeney ve Sousa, 2000). Yüzey mikroflorasından yoksun Cheddar gibi çeşitlerde metantiyolün kökeninin kimyasal bir süreç olduğu düşünülmektedir (Kim ve Olson, 1989). Metantiyol oksidatif reaksiyonlar yolu ile dimetil disülfid (DMDS) ve dimetil trisülfite (DMTS) dönüşebileceği gibi karboksilik asitler ile tepkimeye girerek tiyoesterleri oluşturabilir (Ardö, 2006). Sülfür bileşenlerinin

algılanma eşik değerleri çok düşüktür, yüzeyi küfle olgunlaştırılmış ve yumuşak yüzeyden olgunlaşan peynirlerin son aromasına katkıda bulunurlar, çok olgun peynir aroması verirler (Berger, 1999). Bu bileşenler peynirde  $\mu\text{g}/\text{kg}$  konsantrasyonunda bulunsalar da sarımsak, brokoli, pişmiş lahana kokuları verebilirler (Bontinis ve ark., 2012).

Metantiyol koku problemlili peynirlerde 0,33 mg/kg konsantrasyonunda tespit edilmiştir. Frank ve ark. (2004a) analiz ettikleri peynir aroma bileşenlerinde metantiyolu fermente olmuş lahana kokusu ile ilişkilendirmişlerdir. Limburger, Muenster ve Trappist tipi peynirler gibi bazı yüzeyden olgunlaşan peynirlerin aroma ve lezzet bileşiminde etkilidir. Peynirin karakteristik aromasına katkıda bulunduğu kabul edilir (Lindsay ve Rippe, 1986). Cheddar peynirinin aromasının gerekli bir bileşenidir (Urbach, 1993), fakat aromadan tek başına sorumlu değildir. Metantiyol, çürük, fekal benzeri bir kokuya sahip olan uçucu bir bileşiktir. Tespit edilebilir limit değeri 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 'dir (Weimer ve ark., 1999). Koku eşik değeri 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten daha az olduğu Bonetto ve ark. (2014) tarafından bildirilmiştir. Hayaloğlu ve Karabulut (2013), 11 farklı Türk peynirinde yaptıkları çalışmada sadece Civil peynirinde 4.93  $\mu\text{g}/100\text{mg}$  miktarında metantiyol bulmuşlardır.

Metiyonal (3-metiltiyopropanal) peynirde sık görülen sülfürlü bileşiklerdendir ve Strecker degradasyonu ile oluşur. Camembert, Cheddar, Emmental, keçi peyniri gibi birçok peynirin aromasında yer alır, "kaynamış patates" ve "buruk yakıcı" aromayı verir. İsviçre Gruyere peynirlerinde düşük konsantrasyonda olumlu etki gösterirken yüksek konsantrasyonda (0,25 mg/kg) kaynamış patates benzeri koku kusuruna neden olduğu bildirilmiştir (Rychlik ve Bosset, 2001). Koku problemlili peynir örneklerinde 0,09 mg/kg tespit edilmiştir.

DMDS ve DMTS metantiyolün oksidatif reaksiyonu ile oluşur (Engels ve ark., 1997). Coryneform bakterileri, olgun Brie peynirlerinde DMDS ve DMTS oluşumunu sağlamaktadır (Karahadian ve ark., 1985). DMDS ve DMTS bileşenlerinin birçok çalışmada sülfürlü, çürük, pişmiş lahaha-karnabahar kokularına sahip olduğu Curioni ve Bosset (2002) tarafından yapılan derlemede belirtilmiştir. Ayrıca AIHA (2013), belirlenmiş sağlık standartlarına sahip kimyasallar için koku eşik değerleri ile ilgili yaptığı yayında bu bileşenleri çürümüş koku ile ilişkilendirmiş ve DMDS'nin koku değerleri aralığını  $29,10^{-5}$ -

1,45 mg/kg arasında belirlemiştir. Bonetto ve ark. (2014) DMDS koku eşik değerini  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten daha düşük olduğunu; Weimer (2007)  $20\mu\text{g}/\text{kg}$  olarak bildirmişlerdir. DMDS kokusu hem Parmesan hem de Grana Padano'da çok güçlü hissedilir (Frank ve ark, 2004a). Yapılan çalışmalarda Hayaloğlu ve Karabulut (2013) Civil peynirinde  $2,78\mu\text{g}/100\text{g}$  DMDS olduğunu bildirmiştir. Salamura beyaz peynirlerde yapılan çalışmalarda DMDS bildirilmemiştir. DMTS kokusu; Parmesan, Pecorino ve Grana Padano peynirlerinde 'son derece güçlü' olarak algılanır (Qian ve Reineccius, 2002). DMTS sarımsak ve olgunlaşmış peynir aromasına sahiptir. Olgunlaştırılmış Cheddar peynirinde önemli koku bileşenlerinden biri olarak rapor edilmiştir (Suriyaphan ve ark., 2001; Zehentbauer ve Reineccius, 2002). Camembert peynirinde  $8,4$  ve  $10,1\mu\text{g}/\text{kg}$  konsantrasyonlarında bildirilmiştir (Kubícková ve Grosch,1998). Bonetto ve ark. (2014) DMTS koku eşik değerini  $15-500\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirtmiştir. Salamura beyaz peynirlerde yapılan çalışmalarda DMTS de bildirilmemiştir.

Mercaptoetanolün peynirlerde tespiti ile ilgili herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Şaraplarda yapılan bir çalışmada  $100\mu\text{g}/\text{L}$  konsantrasyonunun üzerinde istenmeyen aromaya neden olduğu bildirilmiştir (Silva Ferreira ve ark., 2003). Bu bileşenin sistein amino asidinden oksidatif transaminasyon ile oluştuğu ve bu reaksiyonun yüksek pH'larda gerçekleştiği düşünülmektedir (Rapp ve ark., 1985; Etievant, 1991). AIHA (2013), belirlenmiş sağlık standartlarına sahip kimyasallar için koku eşik değerleri ile ilgili yaptığı yayında koku eşik değerini  $0,074\text{ mg}/\text{kg}$  olarak bildirmiştir.

Fenolik bileşikler, olgunlaştırılmış İtalyan peynir çeşitleri, özellikle Pecorino Romano için önemlidir. Aromatik amino asitler bu bileşiklerin öncüsüdür ve mikrobiyal metabolizma ile oluşurlar. Fenolik bileşiklerin koku özellikleri tütsülenmiş, temiz olmayan, tıbbi, ineğimsi, koyunumsu ve ahırimsi olarak tanımlanır. Algılanma eşik değerlerine yakın konsantrasyonlarda arka planda hoş bir katkı sağlayabilirler ama konsantrasyon çok yükseldiğinde, kokuları rahatsız edici olmaya başlar (Weimer, 2007). Koyun sütü ile yapılan Pecorino Romano peynirlerinde m-kresol ve diğer fenoller inek sütünden yapılan peynire göre daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir (Ha ve Linsday, 1991). Koku problemleri peynir örneklerimizde tespit edilen fenolik bileşikler fenol ( $0,08\text{ mg}/\text{kg}$ ) ve m-kresol ( $0,61\text{ mg}/\text{kg}$ )'dür. Türkiye'de yapılan çalışmalarda koyun

sütünden yapılan beyaz peynirde 2,93 µg/kg m-kresol (Demirci, 2012); çeşitli bölgelerden toplanan beyaz peynir örneklerinde 132,6 -250,9 µg/kg fenol olduğu bildirilmiştir (Salum ve ark., 2018).

Hidrokarbonlar lipit otooksidasyonunun sonucu, olgunlaşma sırasında üretilir (Barbieri ve ark., 1994), yüksek eşik değerleri ve düşük tespit miktarları nedeniyle aromaya önemli bir katkıda bulunmazlar, bu bileşenler diğer aromatik bileşiklerin oluşumu için öncü maddelerdir. Düşük konsantrasyonlarda olmalarına rağmen birçok peynir çeşidinde rapor edilmiştir (Carbonell ve ark., 2002). Dodekan (87 µg/kg) ve tetradekan Feta tipi peynirlerde düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Bintsis ve Robinson, 2004; Kondyli ve ark., 2012). Yunanistan'da geleneksel bir keçi peyniri olan Xinotyri'de yapılan çalışmada 3 mg/kg konsantrasyonunda dodekan saptanmıştır (Bontinis ve ark., 2012).

Her bir peynir arasında uçucu bileşen profillerinin nasıl ayırt edildiğini belirlemek için temel grupların (asitler, alkoller, esterler, ketonlar, aldehitler ve çeşitli bileşikler) toplam konsantrasyonlarını değişkenler olarak kullanarak temel bileşen analizlerini (PCA) gerçekleştirdik (Şekil 4.7). Veri analizine göre, PC1 toplam değişkenliğin %59,3'ünü açıkladı ve esas olarak toplam karboksilik asitler (0,952), esterler (0,929) ve çeşitli muhtelif bileşikler (0,928) tarafından tanımlandı. Bütün bu bileşikler grafikte yakın yerleştirilmiş ve birbirleri ile pozitif korelasyon göstermiştir. PC2, toplam değişkenliğin % 22,2'sini açıkladı ve toplam alkoller (-0,613) ile tanımlandı. PC1 koku problemlili peynirlerin temsilcisi olarak düşünülebilir çünkü PC1'in pozitif tarafında kümelenmişlerdir. PC2 ise kontrol grubu peynirlerin temsilcisidir, çünkü PC2'nin negatif tarafında kümelenmişlerdir. Nitekim kontrol grubu peynirlerde alkol konsantrasyonu koku problemlili peynirlerden daha yüksektir.

Yapılan analizler çeşitli bileşenler içerisinde yer alan sülfür bileşiklerinin kötü koku ile ilişkilendirebileceğimizi göstermiştir. Sülfür bileşiklerinin sadece koku problemlili peynirlerde bulunması; çürük, haşlanmış lahana-karnabahar, aşırı olgunlaşmış peynir kokularıyla karakterize edilmesi ve ülkemizde salamura beyaz peynir aroması üzerine yapılan çalışmalarda bu bileşenlere rastlanmaması bu konudaki görüşümüzü güçlendirmiştir. Bunların yanı sıra sülfür bileşiklerinin amino asitlerin ileri katabolizmaları sonucu açığa çıkması koku



problemlı peynirlerde kontrol peynirlerine kıyasla daha yüksek bir proteolitik aktivite olduğuna işaret etmektedir.

Salamura beyaz peynirlerin başlangıç mikrobiotası kullanılan sũte uygulanan ısıl işleme gũre çok çeşitlilik gũstermektedir. Geleneksel yũntem ile ũretilen beyaz peynirlerde ũnceki yıllarda sũt çiğ olarak işlenmekteydi. Patojen ya da istenmeyen mikroorganizmaların son ũrũne ve insan sağlığına etkilerinin fark edilmesi, starter kũltũr kullanımının yaygınlaşmaya başlaması ve modern işletmelerin faaliyete geçmesi ile sũte pastũrizasyon, termizasyon gibi ısıl işlemler uygulanmaya başlandı. Bu uygulamalar ile birlikte peynirdeki doğal flora da değişime uğradı. Laktik asit bakterileri beyaz peynirlerde başlangıçta baskındır ve başlıca *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis var. liquafaciens*, *Leuconostoc paramesenteroides* tũrlerine ait suşlarından oluşur (ũzer, 2014). Olgunlaşmanın ilerleyen aşamalarında *Lactococci* tũrlerinde azalma, *Lactobacillus* tũrlerinin sayısında yũkselme gũrũlmũřtũr. *Lb. casei* ve *Lb. plantarum* 'un florada baskın tũr haline geldiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Karakuş ve ark., 1992). Beyaz peynirde 10 haftalık olgunlaşma periyodu boyunca yapılan bir çalışmada *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Staph. aureus* tespit edilmiştir. Ayrıca *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* cinsi bakterilerin olgunlaşma boyunca baskın olduğu ve diğer bakteri tũrlerinden daha yũksek sayıda buldukları bildirilmiştir (Uraz ve Gũndođan, 1998). Öner ve ark. (2005) 105 gũnlũk olgunlaşma sũreci boyunca inceledikleri Beyaz peynir ũrneklerinde laktik asit bakterilerini (laktokok, laktobasil ve enterokoklar) kantitatif olarak baskın grup olduğu ayrıca laktokok tũrũ bakterilerin laktobasil ve enterokok tũrũ bakteri sayılarından maksimum 3 log birimi fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Durlu-ũzkaya (2001) yaptığı çalışmada Beyaz peynirden izole ettikleri suşların, *Lc. lactis ssp. Lactis* (13 adet), *Lb. plantarum* (14 adet), *Lb. casei* (3 adet), *Lb. lactis* (1 adet), *E. durans* (18 adet), *E. faecium* (29 adet), *E. faecalis* (7 adet) olduğunu bildirmiştir. Beyaz peynir florasından izole edilen enterococci suşlarının *E. faecalis* (62 adet), *E. faecium* (25 adet), *E. durans* (7 adet), *E. mundtii* (5 adet) ve *E. hirae* (1 adet)' den oluştuğu ıtak ve ark., (2004) tarafından rapor edilmiştir.

Çalışmamızda problemlili peynirlerde araştırma yaptığımız için öncelikli olarak bozulma yapıcı mikroorganizmalara odaklanılmıştır. Analiz edilen peynir örneklerinde anaerob, koliform grubu bakteriler, maya, *Staphylococcus* spp. ve *Pseudomonas* spp. bulunamamıştır. Çiftçi Peynircilik'e ait işletmeden alınan aşama (çiğ süt, pastörize süt, pıhtı, teleme vb.) örneklerinde, olgunlaşma sonunda kötü koku gelişimi olmadığı için sonuçlar verilmemiştir. Çalışmamızda beyaz peynir örneklerimizde çürüme benzeri bir kokuşma problemi var olduğu için proteolitik bakterilerin araştırılmasına öncelik verilmiştir. Üreticiler özellikle sert tipte beyaz peynir üretiminde olgunlaşmanın son aşamasında tenekeleri 15 °C'lik depolara alarak peynir kalıplarının su salmasını ve dolayısıyla sertleşmelerini sağlamaktadır. Isıtma prosedürünü uygulamadıkları yumuşak tipte beyaz peynir üretiminde kokuşma problemine rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Yaptığımız analizler sonucunda kontrol ve koku problemlili peynir grupları arasında proteolitik bakteri sayıları arasında fark bulunmuştur ve bu fark istatistiksel olarak da anlamlıdır ( $P < 0,05$ ). Kontrol peynir örneklerinin 37 °C'deki proteolitik bakteri sayısı 4,64 log kob/g, koku problemlili örneklerin 5,53 log kob/g bulunmuştur. İnkübasyon koşulları 7°C uygulandığında her iki grup peynir örneklerinde de kayda değer üreme görülmemiştir. Sporlu bakteri sayımında kontrol grubu peynirlerde üreme görülmezken, koku problemlili peynirlerde log 2,09 kob/g sayısına ulaşılmıştır. Örnek ekimleri Calcium-Caseinat agarda yapılmış olup proteolitik aktiviteleri de kolonilerin çevresindeki berrak zonlar ile tespit edilmiştir. Koku problemlili beyaz peynir örneklerinden 133 adet sporlu proteolitik bakteri izole edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu izolatların 109 tanesi (%82'ye tekabül etmektedir) *Bacillus* spp. bulunmuştur. *Bacillus* cinsi bakteriler sporlu bakterilerdir, doğada toprakta, tozda, sedimentlerde, doğal kaynak sularına kadar her yerde bulunabilirler. Çim, mısır ve yonca gibi bitkilerinden üretilen fermente bir hayvan yemi olan silaj da *Bacillus* cinsleri için önemli bir kaynaktır. Aerobik ya da fakültatif anaerobik özellik gösterebilirler (Te Giffel ve ark., 2002). İnvazif veya fırsatçı patojen bakterilerdir. Isıya karşı oldukça dirençli endosporlar oluşturabildikleri için, *B. licheniformis*, *B. cereus* ve diğer *Bacillus* cinsleri pastörizasyondan etkilenmedikleri için süt endüstrisinde özellikle önemlidir (Crielly ve ark., 1994). Çalışmamızda *Bacillus licheniformis* %32'lik oranla en baskın cins olarak tespit edilmiştir. *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus*

*vallismortis* %23 oranla üçüncü baskın türler olmuştur. *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. subtilis* ssp. *subtilis* ve *B. vallismortis*, 'Subtilis' grubunda yer alırlar ve mezofilik türlerdir. Fakültatif anaerob özellik gösterirler. Bu organizmaların hepsi 16S rRNA / DNA grup 1'de yer alır ve fizyolojik olarak çok benzerdir (Berkeley ve ark., 2008). Lücking ve ark. (2013) süt ürünleri işleme ve süt ürünleri ile ilişkili sporlu bakteriler üzerinde yaptıkları araştırmada bozulma ile ilişkili olarak 71 adet *Bacillus licheniformis* izolatu tanımlamışlardır ve çalışmalarında *B. cereus* grubu ile birlikte en baskın bozulma yapıcı tür olarak rapor etmişlerdir. Otuz dokuz adet *B. subtilis* ve 11 adet *Bacillus amyloliquefaciens* izolatu bozulma ile ilişkilendirilmiş ve ısıya dayanıklı sporeler üreten baskın mezofilik türler olarak bulunmuştur. Çalışmada ayrıca *Bacillus licheniformis* izolatlarının %62'si; *B. subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* ve *B. cereus* grubu izolatlarının %75'ten fazlası proteolitik aktivite göstermiştir. Bir başka araştırmada *Bacillus licheniformis* ve *B. cereus* grubunun süttten ve süt ürünleri üretim aşamalarından en çok izole edilen *Bacillus* cinsi bakteriler olduğu bildirilmiştir. *Bacillus licheniformis* pastörize sütlerde  $10^1$ - $10^2$  kob/mL; çiftlik çevresinde (yem, silaj, ahır, hayvanların meme başları)  $10^1$ - $10^9$  kob/g olarak bildirilmiştir (Crielly ve ark., 1994). İtalya Sardunya'da süt ve süt ürünlerinde *Bacillus* türlerinin sıklığı ve bozulma yapıcı özelliklerinin incelendiği bir çalışmada *B. subtilis* (%7,4), *B. licheniformis* (%11,8) ve *B. pumilus* (%6,2) en yaygın mezofilik türler tespit edilmiştir. İzole edilen suşların geniş spektrumda enzimatik aktivite (proteolitik, lipolitik vb.) göstermeleri nedeniyle özellikle sütte ve peynirde bozulma yapıcı potansiyel gösterebileceklerini rapor etmişlerdir (Cosentino ve ark., 1997). Proteolitik aktivite UHT sütlerde bozulma, pıhtılaşma, acılaşma, peynirlerde istenmeyen koku, aroma ve doku bozukluklarına sebep olabilir (Cousin, 1982). Süt ve süt ürünlerinde istenmeyen acımsı, mayamsı, pis, çürük koku gibi kötü koku ve aromalar psikrotrof termodurik *Bacillus* türleri ile ilişkilendirilmiştir (Meer ve ark., 1991). Cousin (1982), temiz olmayan, çürük kokuları proteinlerin acı peptidlere yıkımı ve daha sonrasında amino asitlerin kokuşmuş son ürünlere dekompoze olması ile ilişkilendirmiştir. Shehata ve ark. (1971) sütte oluşan kötü kokuların psikrotrof *Bacillus* türleri tarafından oluşturulduğunu bildirmiştir. *Bacillus cereus* grubu bakteriler psikrotroftur ve koku problemleri peynir örneklerimizde tespit edilmiştir. Diğer araştırmacıların çalışmalarında

bahsettiği şekilde örneklerimizdeki koku problemi *Bacillus* spp. bakteri florası ile ilişkilendirilebilir. *Bacillus* spp. florası hayvanların otlama alanları, silaj yemleri, ahırlar, su, toprak gibi birçok kaynaktan hatta hasta hayvanların sütünden işletmeye gelmiş olabilir. Ayrıca süt ineklerinde *Bacillus cereus*'un, meme patojenleri *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. ve *Escherichia coli*'den daha düşük insidans düzeyinde olmasına rağmen sığır mastitine neden olduğu bilinmektedir (Radostits ve ark., 2000) ve *B. licheniformis* ile birlikte düşük, bakteremi, septisemi, oftalmit ve diğer enfeksiyonlarda rol oynadığı Crielly (1994) tarafından bildirilmiştir. Isıya dayanıklı toksik maddeler üreten *Bacillus* suşları süt üretim zincirinden izole edilmiştir (Shaheen ve ark., 2006; Svensson ve ark., 2006) ancak kökenleri çoğu zaman bilinmemektedir. Klinik mastitisli ineklerin sütü işletmelere gönderilmez fakat toksinojenik *B. licheniformis*, mastiti iyileşmiş, klinik olarak sağlıklı bir ineğin memesinden izole edilmiştir (Salkinoja-Salonen ve ark., 1999). Ayrıca sporların peynir pıhtısında konsantre hale geldiği, bu nedenle mililitre süt başına bir spor kadar az spor bile olsa bazı peynirlerde bozulmaya neden olabileceği bildirilmiştir (Myhara ve Skura, 1990). Çiğ sütte ısıya dayanıklı endospor oluşturan bakteri kaynağı mastitis öyküsü olan inekler olabilir. Koku probleminin sürekli ortaya çıkmaması; işletmeye gelen sütlerden bir kısmının sorunlu gelmesi ve bu süt ile üretilen peynir partisinin kokuşması ile ilişkilendirilebilir. Isıl işlemde sonra spor oluşturan basiller, olgunlaşma sonunda tenekelerin depolama ısısının yükseltilmesi ile vejetatif forma geçerek istenmeyen metabolitler üretmiş olabilir.

Bu çalışmanın sonuçları, kötü kokuya birinci derecede katkıda bulunan bileşenlerin yüksek konsantrasyona sahip karboksilik asitler (özellikle valerik ve isovalerik asit) ve algılanma eşik değerleri çok düşük olan DMDS, DMTS, metanetiyoil ve merkaptotanol gibi kükürt bileşikler olduğunu göstermektedir. Temiz olmayan, çürük kokular proteinlerin acı peptidlere yıkımı ve daha sonrasında amino asitlerin kokuşmuş son ürünlere dekompoze olması ile ilişkilendirmiştir (Cousin, 1982). Shehata ve ark. (1971) sütte oluşan pis kokuların psikrotrof *Bacillus* türleri tarafından oluşturulduğunu bildirmiştir. Bu veriler koku problemlili Salamura Beyaz peynirlerde istenmeyen bozulma yapıcı mikroorganizmaların varlığını veya onların enzimlerinin varlığını

göstermektedir. Isıl işlemde sonra spor oluşturan *Bacillus* türlerinin, olgunlaşma sonunda tenekelerin depolama ısısının yükseltilmesi ile vejetatif forma geçerek istenmeyen pis kokulara neden olan metabolitler üretmiş olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, peynirdeki kötü koku doğrudan istenmeyen mikroorganizmaların varlığı ile ilgilidir.

Hayvanların otladıkları alanlar, ahırlar, silaj yemleri çeşitli bozulma yapıcı mikroorganizmaların özellikle spor oluşturan *Bacillus* türlerinin gelişmesi için uygun ortamlardır. Ahır temizliğine ve sağım sırasında hayvanların meme hijyenine dikkat edilmesi, sağım kaplarının temiz olması mikroorganizmaların süte bulaşmasını engellemenin en önemli basamağıdır. Süte bulaştıktan sonra işletmede uygulanan termizasyon işlemi sporlu bakteriler için yetersiz kalabilmektedir. Mandıralarda peynir üretimi starter kültür kullanmadan geleneksel yöntemler ile yapıldığından, doğal florada bulunan laktik asit bakterilerinin canlı kalması istenmektedir. Bu yüzden 65 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanmamaktadır. Dolayısıyla sorunun en etkin çözümü çiftlikten üretimin sonuna kadar hijyen uygulamalarına dikkat edilmesidir. Ayrıca peynirlerin olgunlaşma süreci sonunda peynir kalıplarının yeterli sertliğe ulaşmasını sağlamak için depolama ısısının yükseltilmesi prosesinden üreticilerin vazgeçmesi, bunun yerine maya katım aşamasından önce uygun miktarlarda kalsiyum klorür eklenmesi denenmelidir. Sonraki çalışmalar, bu tür mikroorganizmaların peynirde bulunmasına ve onları yok etmek için yeni yöntemlerin geliştirilmesine odaklanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abd El-Salam, M. H.** (1987). 'Domiaty and Feta type cheeses', in Fox PF (ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Vol. 2*, Elsevier Applied Science, London, pp. 277-309.
- Abdel-Fatah, A. A., Gouda, A., El-Zayat, A. I., Mehanna, N. S., Yassien, M. M.** (1998). Microbiological quality of raw materials in relation to quality of feta cheese. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 26, 309-318.
- AIHA** (2013). Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards, 2nd Edition, American Industrial Hygiene Association. Available at [www.searchworks.stanford.edu/view/11131414](http://www.searchworks.stanford.edu/view/11131414) (accessed Oct 22, 2018).
- Akalın, A. S., Kınık, Ö., Göncü, S.** (1998). İzmir piyasasında satılan bazı peynir çeşitlerinde yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Gıda*, 23(5), 357-363.
- Akalin, A. S., & Karaman, A. D.** (2011). Influence of packaging systems on the biochemical characteristics and volatile compounds of industrially produced Turkish White cheese. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 663-680.
- Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C., & Yıldız, M. A.** (2003). Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. *Food Chemistry*, 80(1), 77-83.
- Ampuero, S., Bosset, J. O.** (2003). The electronic nose applied to dairy products: a review. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 94(1), 1-12.
- Ara, K., Hama, M., Akiba, S., Koike, K., Okisaka, K., Hagura, T., ... & Tomita, F.** (2006). Foot odor due to microbial metabolism and its control. *Canadian Journal of Microbiology*, 52(4), 357-364.
- AOAC** (2006). Official Methods of Analysis. 23rd ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Gaithersburg, MD.
- AOAC** (2012). International Official Methods of Analysis, vol. II, 19th edn. AOAC International, Maryland, USA, ch.33 p.84.
- Ardö, Y.** (2006). Flavour formation by amino acid catabolism. *Biotechnology advances*, 24(2), 238-242.
- Arora, G., Cormier, F., Lee, B.** (1995). Analysis of odor-active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/MS/sniffing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3), 748-752.
- Atlas, R. M.** (2006). *The handbook of microbiological media for the examination of food*. CRC Press.
- Barbieri, G., Bolzoni, L., Careri, M., Mangia, A., Parolari, G., Spagnoli, S., & Virgili, R.** (1994). Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(5), 1170-1176.
- Barlow, I., Lloyd, G. T., Ramshaw, E. H., Miller, A. J., McCabe, G. P., McCabe, L.** (1989). Correlations and changes in flavour and chemical parameters of Cheddar cheeses during maturation. *Australian Journal of Dairy Technology*.

- Barron, L. J. R., Redondo, Y., Aramburu, M., Gil, P., Pérez-Elortondo, F. J., Albisu, M., Fernández-García, E.** (2007). Volatile composition and sensory properties of industrially produced Idiazabal cheese. *International Dairy Journal*, 17(12), 1401-1414.
- Belitz, H. D., & Grosch, W.** (1999). Aroma substances. In *Food chemistry* (pp. 319-377). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P.** (2004). *Food Chemistry. 3rd revised Edition*. Berlin: Springer-Verlag.
- Bellesia, F., Pinetti, A., Pagnoni, U. M., Rinaldi, R., Zucchi, C., Caglioti, L., Palyi, G.** (2003). Volatile components of Grana Parmigiano-Reggiano type hard cheese. *Food Chemistry*, 83(1), 55-61.
- Berger, C.** (1999). *Composés d'arômes soufrés produits par la flore d'affinage des fromages à pâte molle: importance de Geotrichum candidum* (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat du 8 novembre 1999, Institut national agronomique de Paris-Grignon).
- Berkeley, R., Heyndrickx, M., Logan, N., De Vos, P. (eds.).** (2008). *Applications and systematics of Bacillus and relatives*. Blackwell Publishing, U.K.
- Bintsis, T. ve Papademas, P.** (2002). Microbiological quality of white-brined cheeses: a review. *International Journal of Dairy Technology*, 55(3), 113-120
- Bintsis, T., & Robinson, R. K.** (2004). A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 88(3), 435-441.
- Bizzini, A., Durussel, C., Bille, J., Greub, G., Prod'Hom, G.** (2010). Performance of matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry for identification of bacterial strains routinely isolated in a clinical microbiology laboratory. *Journal of Clinical Microbiology*, 48(5), 1549-1554.
- Bontinis, T. G., Mallatou, H., Pappa, E. C., Massouras, T., Alichanidis, E.** (2012). Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. *Small Ruminant Research*, 105(1-3), 193-201.
- Bosset, J. O., & Gauch, R.** (1993). Comparison of the volatile flavour compounds of six European 'AOC' cheeses by using a new dynamic headspace GC-MS method. *International Dairy Journal*, 3(4-6), 359-377.
- Böhme, K., Fernández-No, I. C., Barros-Velázquez, J., Gallardo, J. M., Cañas, B., Calo-Mata, P.** (2012). Species identification of food spoilage and pathogenic bacteria by MALDI-TOF mass fingerprinting. *Food Quality*, 32(21), 29-46.
- Braun, S. D., & Olson, N. F.** (1986). Microencapsulation of cell-free extracts to demonstrate the feasibility of heterogeneous enzyme systems and cofactor recycling for development of flavor in cheese. *Journal of Dairy Science*, 69(5), 1202-1208.
- Brennand, C. P., Ha, J. K., & Lindsay, R. C.** (1989). Aroma properties and thresholds of some branched chain and other minor volatile fatty acids occurring in milkfat and meat lipids. *Journal of Sensory Studies*, 4(2), 105-120.
- Carbonell, M., Nuñez, M., & Fernández-García, E.** (2002). Evolution of the volatile components of ewe raw milk La Serena cheese during ripening. Correlation with flavour characteristics. *Le Lait*, 82(6), 683-698.

- Chomakov, C. H.** (1967). Isolation of lactic acid bacteria causing ropiness of white cheese brine. *Milchwissenschaft*, 22, 569-573.
- Cinbas, T.Kilic, & M.** (2006). Proteolysis and lipolysis in White cheeses manufactured by two different production methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(5), 530-537.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L., Wilkinson, M. G.** (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13(11), 841-866.
- Cosentino, S., Fadda, M. E., Deplano, M., Mulargia, A. F., Palmas, F.** (2001). Yeasts associated with Sardinian ewe's dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 69(1-2), 53-58.
- Cosentino, S., Mulargia, A. F., Pisano, B., Tuveri, P., Palmas, F.** (1997). Incidence and biochemical characteristics of Bacillus flora in Sardinian dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 38(2-3), 235-238.
- Cousin, M. A.** (1982). Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. *Journal of Food Protection*, 45(2), 172-207.
- Cousin, M. A., Jay J. M., Vasavada P. C.** (2001). 'Psychrotrophic microorganisms', In: Downes F.P., Ito K. (eds.), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 4th ed., American Public Health Association, Washington, D.C., pp. 159-166.
- Crielly, E. M., Logan, N. A., Anderton, A.** (1994). Studies on the Bacillus flora of milk and milk products. *Journal of Applied Bacteriology*, 77(3), 256-263.
- Curioni, P. M. G., Bosset, J. O.** (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12(12), 959-984.
- Çelik, S., Özdemir, C., Özdemir, S., Sert, S.** (1998). Diyarbakır yöresinde tüketime sunulan salamura beyaz peynir örneklerinin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri. V. *Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Geleneksel Süt Ürünleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları, 621, 351-360.
- Çelik, Ş., ve Uysal, Ş.** (2009). Beyaz peynirin bileşim, kalite, mikroflora ve olgunlaşması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 141-151.
- Çelik, Ş., Bakırcı, İ., Özdemir, S.** (2005). Effect of high heat treatment of milk and brine concentration on the quality of Turkish white cheese. *Milchwissenschaft*, 60, 147-151.
- Çitak, S., Yucel, N., Orhan, S.** (2004). Antibiotic resistance and incidence of Enterococcus species in Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(1), 27-31.
- Dağdemir, E., Celik, S., & Ozdemir, S.** (2003). The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 56(4), 215-218.
- Dagdemir, E.** (2006). *Identification of lactic acid bacteria isolated from White Pickled Cheeses and possibilities of using some selected isolats as culture* PhD thesis, University of Atatürk, Erzurum, Turkey.
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., Ramírez, R.** (2011). Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME-GC-MS. *Food Chemistry*, 129(3), 1156-1163.



- Demirci, F. S.** (2012). *Beyaz Peynirde Aroma Profilinin Karakterizasyonu*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Dinkçi, N. ve Gönç, S.** (2000). Mucor miehei'den elde edilen lipaz (Piccantase A) enziminin beyaz peynirin olgunlaşmasında kullanılması üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2-3), 141-148.
- Donohue, M. J., Smallwood, A. W., Pfaller, S., Rodgers, M., Shoemaker, J. A.** (2006). The development of a matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry-based method for the protein fingerprinting and identification of *Aeromonas* species using whole cells. *Journal of Microbiological Methods*, 65(3), 380-389.
- Durlu-Özkaya, F.** (2001). *Salamura Beyaz Peynirden İzole Edilen Bazı Laktokok, Enterokok ve Laktobasil Suşlarının Proteolitik Aktivite, Bakteriyosin Etkenliği ve Biyojen Amin Oluşumu Açısından Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Dybing, S. T., Wiegand, J. A., Brudvig, S. A., Huang, E. A., Chandan, R. C.** (1988). Effect of processing variables on the formation of calcium lactate crystals on Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 71(7), 1701-1710.
- Engels, W. M., Visser, S.** (1994). Isolation and comparative characterization of components that contribute to the flavour of different types of cheese. *Nederlands melk en Zuiveltijdschrift*, 48(3), 127-140.
- Engels, W. J. M., Dekker, R., De Jong, C., Neeter, R., Visser, S.** (1997). A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7(4), 255-263.
- Etievant, X. P.** (1991). 'Wine'. In: H. Maarse (ed.), *Volatile Compounds in Foods and Beverages*, Marcel Dekker, New York, pp. 483-546.
- Farkye, N. Y.** (2000). 'Microbiology of cheese making and maturation', in: R.K., Robinson, C. A., Batt, P. D., Pattel (eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology Volume 1*, London Academic Press, pp. 381-387.
- Fernández, J., Mohedano, A. F., Fernández-García, E., Medina, M., & Nuñez, M.** (2004). Purification and characterization of an extracellular tributyrin esterase produced by a cheese isolate, *Micrococcus* sp. INIA 528. *International Dairy Journal*, 14(2), 135-142.
- Filtenborg, O., Frisvad, J. C., Thrane, U.** (1996). Moulds in food spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 85-102.
- Fox, P. F.** (1989). Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *Journal of Dairy Science*, 72(6), 1379-1400.
- Fox, P. F., Law, J., McSweeney, P. L. H., & Wallace, J.** (1993). 'Biochemistry of cheese ripening', in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Springer, Boston, MA, pp. 389-438.
- Fox, P. F., O'connor, T. P., McSweeney, P. L. H., Guinee, T. P., & O'brien, N. M.** (1996). 'Cheese: physical, biochemical, and nutritional aspects', in *Advances In Food And Nutrition Research* Vol. 39, Academic Press, pp. 163-328
- Fox, P. F., & Wallace, J. M.** (1997). Formation of flavor compounds in cheese. *Advances in Applied Microbiology*, 45, 17-86.

- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L.** (2017). *Fundamentals of Cheese Science*, Springer, New York, pp. 185-229).
- Frank, D. C., Owen, C. M., Patterson, J.** (2004a). Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. *LWT-Food Science and Technology*, 37(2), 139-154.
- Frank, J. F., Yousef, A. E., Wehr, H. M., Frank, J. F.** (2004b). *Standard Methods for The Examination of Dairy Product*. American Public Health Association, Washington.
- Frankel, E. N.** (1982). Volatile lipid oxidation products. *Progress in Lipid Research*, 22(1), 1-33.
- Garcia-Cayuela, T., de Cadiñanos, L. P. G., Peláez, C., Requena, T.** (2012). Expression in *Lactococcus lactis* of functional genes related to amino acid catabolism and cheese aroma formation is influenced by branched chain amino acids. *International journal of Food Microbiology*, 159(3), 207-213.
- George, A. B. (ed.)** (2009). *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*, 6th edn, CRC Press, Boca Raton.
- Gómez-Ruiz, J. Á., Ramos, M., Recio, I.** (2002). Angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheeses manufactured with different starter cultures. *International Dairy Journal*, 12(8), 697-706.
- Guinee, T. P.** (2004). Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 99-109.
- Güler, Z., & Uraz, T.** (2004). Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste-odour) of traditional Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4), 237-242.
- Gürsoy, A., Gürsel, A., Şenel, E., Deveci, O., Karademir, E.** (2001). *Yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynir üretiminde Lactobacillus helveticus ve Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus kültürlerinin kullanımı*. GAP II. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 24-26 Ekim , s. 269-278.
- Ha, J. K., & Lindsay, R. C.** (1991). Volatile branched-chain fatty acids and phenolic compounds in aged Italian cheese flavors. *Journal of Food Science*, 56(5), 1241-1247 .
- Harrigan, W.F.** (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*, Academic Press, London.
- Hayaloglu, A. A., Guven, M., & Fox, P. F.** (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*, 12(8), 635-648.
- Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H.** (2005). Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3460-3474.
- Hayaloglu, A. A., Cakmakci, S., Brechany, E. Y., Deegan, K. C., & McSweeney, P. L. H.** (2007). Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1102-1121.
- Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I.** (2013). SPME/GC-MS characterization and comparison of volatiles of eleven varieties of Turkish cheeses. *International Journal of Food Properties*, 16(7), 1630-1653.

- Hemme D., Bouillane C., Metro F., Desmazeaud M.J.** (1982). Microbial catabolism of amino acids during cheese ripening, *Sciences des Aliments*, 2:113–123.
- Hinshaw, J. V., ve Serveron, C.** (2003). Solid-phase microextraction. *LC GC EUROPE*, 16(12), 803-807.
- Hitchins, A. D., Feng, P., Watkins, W. D., Rippey, S. R. ve Chandler, L. A.** (1998). 'Escherichia coli and the coliform bacteria', in *Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, 8th ed., revision A*. AOAC International, Gaithersburg, Md. pp. 401–429.
- Hocking, A. D.** (1997). Understanding and controlling mould spoilage in cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 52(2), 123.
- Horwood, J. F., Lloyd, G. T., & Stark, W.** (1981). Some flavour components of Feta cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 36(1), 34.
- Hutkins, R. W.** (2008). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, Iowa, USA, Wiley-Blackwell.
- IDF** (1982). Cheese and processed cheese – determination of the total solid content. Standard no. 4A. Belgium: International Dairy Federation
- ISO 13720** (2010). Meat and meat products - Enumeration of presumptive *Pseudomonas* spp. *International Standardization Organization*, Switzerland.
- ISO 47954** (1988). General guidance for the enumeration of yeasts and moulds. Colony count technique at 25°C. *International Standardization Organization*, Switzerland.
- Izco, J. M., & Torre, P.** (2000). Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the 'purge and trap' method and analysed by GC–MS. *Food Chemistry*, 70(3), 409-417.
- Jalilzadeh, A., Tunçtürk, Y., & Hesari, J.** (2015). Extension shelf life of cheese: A review. *International Journal of Dairy Science*, 10(2), 44-60.
- Kaminarides, S. E., Anifantakis, E. M., & Alichanidis, E.** (1990). Ripening changes in Kopanisti cheese. *Journal of Dairy Research*, 57(2), 271-279.
- Karagül-Yüceer, Y., Cadwallader, K. R., & Drake, M.** (2002). Volatile flavor components of stored nonfat dry milk. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 50(2), 305-312.
- Karahadian, C., Josephson, D. B., & Lindsay, R. C.** (1985). Contribution of *Penicillium* sp. to the flavors of Brie and Camembert cheese. *Journal of Dairy Science*, 68(8), 1865-1877.
- Karakus, M., Borcakli, M., & Alperden, I.** (1992). Beyaz peynirin olgunlaşması surecinde laktik asit bakterileri. *Gıda*, 17(6), 363-369.
- Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., & Uysal, H.** (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chemistry*, 88(3), 381-388.
- Keys, C. J., Dare, D. J., Sutton, H., Wells, G., Lunt, M., McKenna, T., & Shah, H. N.** (2004). Compilation of a MALDI-TOF mass spectral database for the rapid screening and characterisation of bacteria implicated in human infectious diseases. *Infection, Genetics and Evolution*, 4(3), 221-242.
- Kheadr, E. E., Vuilleumard, J. C., & El-Deeb, S. A.** (2002). Acceleration of Cheddar cheese lipolysis by using liposome-entrapped lipases. *Journal of Food Science*, 67(2), 485-492.

- Klijn, N., Nieuwendorf, F. F. J., Hoolwerf, J. D., van derWaals, C. B., & Weerkamp, A. H.** (1995). Identification of *Clostridium butyricum* as the causative agent of late blowing in cheese by species–species PCR amplification. *Applied and Environmental Microbiology*, 61, 2919–2924.
- Kim, S. C., & Olson, N. F.** (1989). Production of methanethiol in milk fat-coated microcapsules containing *Brevibacterium linens* and methionine. *Journal of Dairy Research*, 56(5), 799-811.
- Kim, Y. D., & Morr, C. V.** (1996). Dynamic headspace analysis of light activated flavor in milk. *International Dairy Journal*, 6(2), 185-193.
- Koçak, C., Gürsel, A., Avşar, Y. K., & Semiz, A.** (1994). *Acceleration of Kasar and skin cheeses by commercial lipase preparation*. In 24th International Dairy Congress, Australia (Vol. 1).
- Kondyli, E., Pappa, E. C., & Vlachou, A. M.** (2012). Effect of package type on the composition and volatile compounds of Feta cheese. *Small Ruminant Research*, 108(1-3), 95-101.
- Kubicková, J., & Grosch, W.** (1998). Quantification of potent odorants in Camembert cheese and calculation of their odour activity values. *International Dairy Journal*, 8(1), 17-23.
- Kurt, A., & Çağlar, A.** (1993). *Kaşar peynirlerinin hızlı olgunlaştırılmasında enzim kullanımı üzerinde bir araştırma*. TÜBİTAK Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje No: VHAG-787, Erzurum.
- Kurt, A., & Ozdemir, S.** (1995). Fakli dozlarda Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve Potasyum Sorbat katılarak muhafaza edilmiş koyun sutlerinden yapılan Beyaz peynirlerin randimani ve bileşimi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 19(1), 51-57.
- Laing, D. G. ve Jinks, A.** (1996). Flavour perception mechanisms. *Trends in Food Science & Technology*, 7(12), 387-389.
- Lancette, G. A. ve Bennett, R. W.** (2001). ‘*Staphylococcus aureus* and Staphylococcal Enterotoxins’, in Downes, F.P. and Ito, K. (eds.), *Compendium Methods for the Microbiological Examination of Foods*. Washington D.C., American Public Health Association, pp. 387-400.
- Law, B. A.** (1984). Flavour development in cheeses. *Advances in The Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*, 187-208.
- Le Quéré, J.L. and Molimard, P.** (2002). ‘Cheese Flavour’, in Fuquay, J. W., Fox, P. F., McSweeney, P. L.H. (eds) , *Encyclopedia of Dairy Sciences*, (vol. one), London, UK, Academic Press, An Imprint of Elsevier Science, pp. 20-326.
- Lindsay, R. C., & Rippe, J. K.** (1986). Enzymic generation of methanethiol to assist in the flavor development of Cheddar cheese and other foods, <https://pubs.acs.org/>
- Lo, C. I., Fall, B., Sambe-Ba, B., Flaudrops, C., Faye, N., Mediannikov, O., ... & Fenollar, F.** (2017). Value of matrix assisted laser desorption ionization-time of flight (MALDI-TOF) mass spectrometry in clinical microbiology and infectious diseases in Africa and tropical areas. *African Journal of Microbiology Research*, 11, 1360-1370.
- Lücking, G., Stoeckel, M., Atamer, Z., Hinrichs, J., & Ehling-Schulz, M.** (2013). Characterization of aerobic spore-forming bacteria associated with industrial

- dairy processing environments and product spoilage. *International journal of Food Microbiology*, 166(2), 270-279.
- Marilley, L., & Casey, M. G.** (2004). Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International Journal of Food Microbiology*, 90(2), 139-159.
- Marshall, V. M. E., & Tamime, A. Y.** (1997). 'Physiology and biochemistry of fermented milks', in *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*, Springer, Boston, MA, pp. 153-192.
- Massouras, T., Pappa, E. C., & Mallatou, H.** (2006). Headspace analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(4), 250-256.
- McSweeney, P. L., & Sousa, M. J.** (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait*, 80(3), 293-324.
- McSweeney, P. L.** (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 127-144.
- McSweeney, P. L. H. (ed.)** (2007) *Cheese Problems Solved*, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England.
- Meer, R. R., Baker, J., Bodyfelt, F. W., & Griffiths, M. W.** (1991). Psychrotrophic *Bacillus* spp. in fluid milk products: a review. *Journal of Food Protection*, 54(12), 969-979.
- Metin, M. ve Öztürk, G. F.** (2010). *Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri:(Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler)*, İzmir: Ege Meslek Yüksek Okulu Basımevi.
- Moio, L. and Addeo, F.** (1998). Grana Padano cheese aroma. *Journal of Dairy Research*, 65(2), 317-333.
- Moio, L., Piombino, P., & Addeo, F.** (2000). Odour-impact compounds of Gorgonzola cheese. *Journal of Dairy Research*, 67(2), 273-285.
- Molimard, P. and Spinnler, H.E.** (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses; Origins and properties. *Journal of Dairy Science*, 79(2); 169-184.
- Mortensen, G., Bertelsen, G., Mortensen, B. K., & Stapelfeldt, H.** (2004). Light-induced changes in packaged cheeses—a review. *International Dairy Journal*, 14(2), 85-102.
- Myhara, R. M., & Skura, B.** (1990). Centroid search optimization of cultural conditions affecting the production of extracellular proteinase by *Pseudomonas fragi* ATCC 4973. *Journal of Applied Bacteriology*, 69(4), 530-538.
- Nogueira, M. C. L., Lubachevsky, G., & Rankin, S. A.** (2005). A study of the volatile composition of Minas cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5), 555-563.
- Ozturkoglu-Budak, S., Gursoy, A., Aykas, D. P., Koçak, C., Dönmez, S., De Vries, R. P., & Bron, P. A.** (2016). Volatile compound profiling of Turkish Divle Cave cheese during production and ripening. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5120-5131.
- Öner, Z., Karahan, A. G., & Aloğlu, H.** (2006). Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 39(5), 449-454.

- Özer, B.** (2014). 'Microflora of white-brined cheeses', in C.A.Batt & M.L Tortorello (eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology, 2nd edition*, , UK: Elsevier Ltd., Academic Press, pp. 402-408.
- Özer, B., Kirmacı, H. A., Hayaloglu, A. A., Akcelik, M., & Akkoc, N.** (2011). 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*, 64(4), 494-501.
- Öztürkoğlu, Ş.** (2014). Divle Obruk Peynirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktor Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Patton, S.** (1954). The mechanism of sunlight flavor formation in milk with special reference to methionine and riboflavin. *Journal of Dairy Science*, 37, 446-452.
- Poveda, J. M., & Cabezas, L.** (2006). Free fatty acid composition of regionally-produced Spanish goat cheese and relationship with sensory characteristics. *Food Chemistry*, 95(2), 307-311.
- Qian, M., & Reineccius, G.** (2002). Identification of aroma compounds in Parmigiano-Reggiano cheese by gas chromatography/olfactometry. *Journal of Dairy Science*, 85(6), 1362-1369.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D.** (2007). *Veterinary Medicine*, 10th edition, Philadelphia, USA: Saunders Elsevier, pp. 673-748.
- Rapp, A., Güntert, M., & Almy, J.** (1985). Identification and significance of several sulfur-containing compounds in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36(3), 219-221.
- Rouseff, R. L., & Cadwallader, K. R. (eds.)** (2001). *Headspace Analysis of Foods and Flavors: Theory and Practice*, Boston, MA: Springer.
- Rychlik, M., Bosset, J. O.** (2001). Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyere cheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. *International Dairy Journal*, 11(11-12), 903-910.
- Sablé, S., & Cottenceau, G.** (1999). Current knowledge of soft cheeses flavor and related compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12), 4825-4836.
- Sağun, E., Sancak, H., & Durmaz, H.** (2001). Van'da kahvaltı salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. *Yeni Yüzyıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 12, 108-112.
- Sahingil, D., Hayaloglu, A. A., Simsek, O., & Ozer, B.** (2014). Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese: effects of ripening temperature and adjunct culture. *Dairy Science & Technology*, 94(6), 603-623.
- Saldamli, I., & Kaytanli, M.** (1998). Utilisation of Fromase, Maxiren and Rennilase as alternative coagulating enzymes to rennet in Turkish white cheese production. *Milchwissenschaft*, 53(1), 22-25.
- Salkinoja-Salonen, M. S., Vuorio, R., Andersson, M. A., Kämpfer, P., Andersson, M. C., Honkanen-Buzalski, T., & Scoging, A. C.** (1999). Toxigenic strains of *Bacillus licheniformis* related to food poisoning. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(10), 4637-4645.
- Salum, P., Govce, G., Kendirci, P., Bas, D., & Erbay, Z.** (2018). Composition, proteolysis, lipolysis, volatile compound profile and sensory characteristics

- of ripened white cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. *International Dairy Journal*, 87, 26-36.
- Samaras, F. I., Kehagias, C., Arkoudelos, J. S., & Bocaris, M. I.** (2003). Investigation on ropiness development by isolates of the genera *Lactobacillus*, *Alcaligenes* and Feta cheese starter cultures. *Food Microbiology*, 20(5), 503-509.
- Sancho-Madriz, M. F.** (2003). 'Preservation of food', in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press.
- Schlessler, J. E., Schmidt, S. J., & Speckman, R.** (1992). Characterization of chemical and physical changes in Camembert cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 75(7), 1753-1760.
- Seng, P., Drancourt, M., Gouriet, F., La Scola, B., Fournier, P. E., Rolain, J. M., & Raoult, D.** (2009). Ongoing revolution in bacteriology: routine identification of bacteria by matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry. *Clinical Infectious Diseases*, 49(4), 543-551.
- Shaheen, R., Andersson, M. A., Apetroaie, C., Schulz, A., Ehling-Schulz, M., Ollilainen, V. M., & Salkinoja-Salonen, M. S.** (2006). Potential of selected infant food formulas for production of *Bacillus cereus* emetic toxin, cereulide. *International Journal of Food Microbiology*, 107(3), 287-294.
- Shehata, T. E., & Collins, E. B.** (1971). Isolation and identification of psychrophilic species of *Bacillus* from milk. *Applied and Environmental Microbiology*, 21(3), 466-469.
- Silva Ferreira, A. C., Rodrigues, P., Hogg, T., & Guedes de Pinho, P.** (2003). Influence of some technological parameters on the formation of dimethyl sulfide, 2-mercaptoethanol, methionol, and dimethyl sulfone in port wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 727-732.
- Skibsted, L. H.** (2000). Light-induced changes in dairy products. *Bulletin of the International Dairy Federation*, (346), 4-9.
- Smit, G., Smit, B. A., & Engels, W. J.** (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, 29(3), 591-610.
- Snow, N. H., & Slack, G. C.** (2002). Head-space analysis in modern gas chromatography. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21(9-10), 608-617.
- Song, H. ve Liu, J.** (2018). GC-O-MS technique and its applications in food flavor analysis. *Food Research International*, 114, 187-198.
- Sousa, M. J.** (2003). 'Surface mold-ripened cheese varieties', in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press.
- Sousa, M. J., Ardö, Y., & McSweeney, P. L. H.** (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 327-345.
- Suriyaphan, O., Drake, M. A., & Cadwallader, K. R.** (1999). Identification of volatile off-flavors in reduced-fat Cheddar cheeses containing lecithin. *LWT-Food Science and Technology*, 32(5), 250-254.
- Suriyaphan, O., Drake, M., Chen, X. Q., & Cadwallader, K. R.** (2001). Characteristic aroma components of British Farmhouse Cheddar cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1382-1387.
- Svensson, B., Monthan, A., Shaheen, R., Andersson, M. A., Salkinoja-Salonen, M., & Christiansson, A.** (2006). Occurrence of emetic toxin producing *Bacillus cereus* in the dairy production chain. *International Dairy Journal*, 16(7), 740-749.

- Takemura, H., Ando, N., & Tsukamoto, Y.** (2000). Breeding of branched short-chain fatty acids non-producing natto bacteria and its application to production of natto with light smells. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 47(10), 773-779.
- Tavaria, F. K., Ferreira, A. S., & Malcata, F. X.** (2004). Volatile free fatty acids as ripening indicators for Serra da Estrela cheese. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4064-4072.
- Te Giffel, M. T., Wagendorp, A., Herrewegh, A., & Driehuis, F.** (2002). Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie van Leeuwenhoek*, 81(1-4), 625-630.
- Thierry, A., & Maillard, M. B.** (2002). Production of cheese flavour compounds derived from amino acid catabolism by *Propionibacterium freudenreichii*. *Le Lait*, 82(1), 17-32.
- Thierry, A., Richoux, R., & Kerjean, J. R.** (2004). Isovaleric acid is mainly produced by *Propionibacterium freudenreichii* in Swiss cheese. *International Dairy Journal*, 14(9), 801-807.
- Thomas, T. D., & Crow, V. L.** (1983). Mechanism of D (-)-lactic acid formation in Cheddar cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 18, 131-141.
- Topçu, A., & Saldamli, I.** (2006). Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 9(4), 665-678.
- TSE ISO 3433** (2015). Peynir yağ muhtevası tayini, Van Gulik yöntemi.
- Tuncel, N. B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N. N., & Karagül-Yüceer, Y.** (2010). Ezine peyniri II. olgunlaşma süresince proteoliz düzeyi. *Gıda*, 35(1), 1-6.
- Turantaş, F., Ünlütürk, A., & Gökten, D.** (1989). Microbiological and compositional status of Turkish white cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 8(1), 19-24.
- Uraz, G., & Gundogan, N.** (1998). Beyaz peynirlerin mezofil mikroflorasında Koliform, Streptokok, LLP (Laktobasil, Lokonostok, Pediokok) Stafilokok ve Basillusların bulunma sıklıkları. *Gıda*, 23(6), 391-401.
- Uraz, T., Şimşek, B.** (1998). Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda*, 23; 371-375.
- Urbach, G.** (1993). Relations between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal*, 3(4-6), 389-422.
- Üçüncü, M.** (2004). *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt I)*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir.
- Üçüncü, M.** (2008). *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt II)*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir.
- Üçüncü, M.** (2013). *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir.
- Vargha, M., Takáts, Z., Konopka, A., & Nakatsu, C. H.** (2006). Optimization of MALDI-TOF MS for strain level differentiation of *Arthrobacter* isolates. *Journal of Microbiological Methods*, 66(3), 399-409.
- Vivier, D., Rivemale, M., Reverbel, J. P., Ratomahenina, R., & Galzy, P.** (1994). Study of the growth of yeasts from feta cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 22(2-3), 207-215.
- Weimer, B., Seefeldt, K., & Dias, B.** (1999). 'Sulfur metabolism in bacteria associated with cheese', in *Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications*, Dordrecht: Springer, pp. 247-261.



- Weimer, B. C. (Ed.)** (2007). *Improving The Flavour of Cheese*. Elsevier.
- Wolf, I. V., Perotti, M. C., Bernal, S. M., & Zalazar, C. A.** (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. *Food Research International*, 43(4), 1204-1211.
- Wolk, D. M. ve Clark, A. E.** (2018). Matrix-assisted laser desorption time of flight mass spectrometry. *Clinics in Laboratory Medicine*, 38(3), 471-486.
- Yetişmeyen, A.** (1995). Süt Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.
- Yuceer, Y. K., Tuncel, B., Gunecer, O., Engin, B., Isleten, M., Yasar, K., & Mendes, M.** (2009). Characterization of aroma-active compounds, sensory properties, and proteolysis in Ezine cheese. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4146-4157.
- Yvon, M., & Rijnen, L.** (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 185-201.
- Zabaleta, L., Gourrat, K., Barron, L. J. R., Albisu, M., & Guichard, E.** (2016). Identification of odour-active compounds in ewes' raw milk commercial cheeses with sensory defects. *International Dairy Journal*, 58, 23-30.
- Zehentbauer, G., & Reineccius, G. A.** (2002). Determination of key aroma components of Cheddar cheese using dynamic headspace dilution assay. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(4), 300-305.
- Zellner, B. D. A., Dugo, P., Dugo, G., & Mondello, L.** (2008). Gas chromatography–olfactometry in food flavour analysis. *Journal of Chromatography A*, 1186(1-2), 123-143.
- Zerfiridis, G. K., Vafopoulou-Mastrogiannaki, A., & Litopoulou-Tzanetaki, E.** (1984). Changes during ripening of commercial Gruyère cheese. *Journal of Dairy Science*, 67(7), 1397-1405.
- Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D., & Verzera, A.** (2005). Characterization of “Provola dei Nebrodi”, a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *International Dairy Journal*, 15(6-9), 585-593.

### İnternet Kaynakları

**Aksu, H.** 2020, *Gıda Bozulmaları*, Ziyaret tarihi 29 Mart 2020, <http://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=gida-bozulmalari.pdf>.

**Anonim** 2020a, Peynir nedir, Ziyaret tarihi 18 Mart 2020, <http://asuder.org.tr/sut-ve-sut-urunleri/peynir/peynir-nedir/>

**Anonim** 2020b, Beyaz Peynir Üretimi, Ziyaret tarihi 20 Mart 2020, [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller/Beyaz%20Peynir%20%C3%9Cretimi.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Beyaz%20Peynir%20%C3%9Cretimi.pdf).

**Anonim** 2020c, Cheese Ripening Theory, Ziyaret tarihi 20 Mart 2020, <http://chr-hansen.com>.

**Çakmak, H.** 2020, *Gıdaların Ambalajlanması*, Ziyaret tarihi 29 Mart 2020, [http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/hulyacakmak\\_03.03.2019\\_7F4R.pdf](http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/hulyacakmak_03.03.2019_7F4R.pdf).

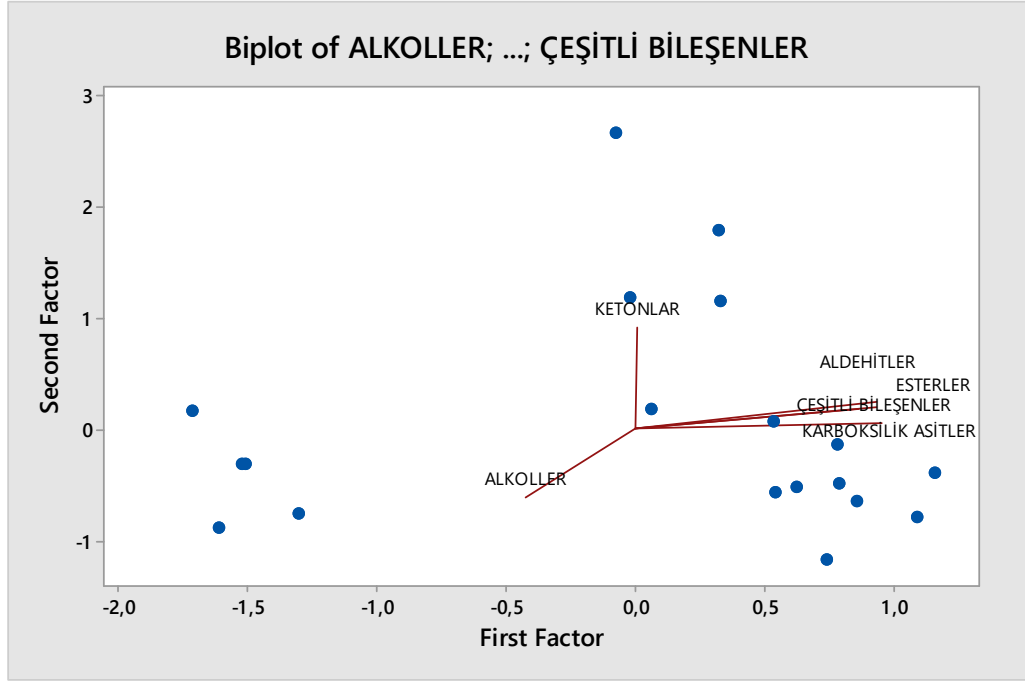
**Şenel, E.**, 2020. *Süt Proteinleri*, Ziyaret tarihi 27 Mart 2020, <http://cv.ankara.edu.tr/duzenleme/kisisel/dosyalar/12012015132355.pdf>

## **EKLER**

**EK-A:** Biplot grafiği

**EK-B:** Alıkonma zamanları

## EKA Biplot grafiği



Şekil A.1: GC-MS'te tespit edilen uçucu bileşenlerin PCA'da biplot grafiği

**EK B** Alıkonma zamanları

<b>ASİTLER</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
2-Propenoic acid	12,40
Acetic acid	16,18
Propanoic acid	18,46
Butyric acid	19,93
Valeric acid	19,99
Isovaleric acid	19,99
Hexanoic acid	22,99
Heptanoic acid	24,37
Adipic acid	24,43
Octanoic acid	25,33
Nonanoic acid	26,44
n-Decanoic acid	27,37
Decanoic acid	27,66
9-decanoic acid	27,99
Dodecanoic acid	29,26
Tetradecanoic acid	31,08
Myristic acid	31,11
Hexadecanoic acid	33,58
Hexanoic acid, 2-methyl	22,03
Butanoic acid, 2-methyl	22,04
Pentanoic acid, 2-methyl-	22,06

<b>ALKOLLER</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
Ethyl alcohol	2,82
2-Butanol	4,25
1-Propanol	4,59
1-Butanol	7,57
2-Heptanol	1,91
2-Pentanol	13,41
1-Hexanol	13,81
2,3-Butanediol	18,47
1-Octanol	18,89
1,3-Propanediol	22,22
Phenylethyl Alcohol	23,78
3-Methyl-2-Butanol	27,09

<b>ESTERLER</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
Ethyl acetate	2,31
Ethyl butanoate	4,38
Ethanethioic acid, S-methyl ester	4,66
Ethyl hexanoate	10,22
Propyl hexanoate	12,76
Malonic acid, bis(2-trimethylsilyl) ethyl ester	13,59
Ethyl octanoate	16,01
Ethyl Nonanoate	20,27
Ethyl 9-decenoate	21,05
Propyl decanoate	21,51
Ethyl myristate	25,28
Ethyl palmitate	27,23

<b>KETONLAR</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
Methyl ethyl ketone	2,41
2-Undecanone	19,57
2-tridecanone	22,61
2-Pentadecanone	24,98

<b>ALDEHİTLER</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
3-methylbutanal	3,25
Butanal	10,29
Nonanal	14,80
Hexanal	21,31
Pentanal	23,94

<b>ÇEŞİTLİ BİLEŞENLER</b>	<b>ALIKONMA ZAMANI (dk)</b>
Methanethiol	1,53
Mercaptoethanol	13,59
Disulfide, dimethyl	5,24
n-dodecane	9,02
Dodecane	9,07
Trisulfide, dimethyl	14,24
Tetradecane	15,1
n-Eicosane	19,65
Hexadecane	19,64
3-Methylthio-1-Propanol (Methionol)	21,37
Phenol	24,75
m-Cresol	25,61
delta-Decalactone	28,79

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : B. Burcu MARANGOZ  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 1983 / İSTANBUL  
**E-posta** : mrngzburcu@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2006, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Y. Lisans** : 2008, Bahçeşehir Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı

### MESLEKİ DENEYİM:

	Pozisyon/ Alan	Çalıştığı Kurum Bilgileri	Yıl
1	Yönetici	ISS	2006-2009
2	Araştırma Görevlisi	İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2011-2018
3	Proje Asistanı ( Beyaz ve Kaşar Peyniri Starter Kültür Projesi)	Tübitak Marmara Araştırma Merkezi-Gıda Enstitüsü	2018-2020

### TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR:

Marangoz, B., Bostan, K., 2020. Identification of Off-Odor Compounds in Turkish White Cheese with Putrid Defects by SPME-GC/MS. Acta Vet Eurasia 2020; 46: 125-131.

### DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

#### Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (*Proceedings*) basılan bildiriler

**Marangoz, B.**, Kahraman, S., Effect of *Ecballium elaterium* L. Extract on Fresh Squeezed Orange Juice, NAFI 2014, Kuşadası, Mayıs2014

Tanrıverdi, Ö., **Marangoz, B.**, Kahraman, S., Carob Extract added Kefir, Functional Foods, Nutraceuticals, Natural Health Products, and Dietary Supplements, 14-17 October 2014, İstanbul- TURKEY

Yıldız, B., Arkun, G., **Marangoz, B.**, Characterisation of Persimmon( *Diospyros kaki*) grown in Turkey, The 3<sup>rd</sup> International Symposium on ‘Traditional Foods from Adriatic to Caucaus’, 01-04 October 2015, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina  
Caused By *Bacillus* spp., International Congress on Food of Animal Origin, K.K.T.C., Kasım 2016.

Kahraman, S., Aydeniz, Y., Guzel, İ., **Marangoz, B.**, Bostan, K., Partial purification of  $\alpha$ -amylase from *Bacillus amyloliquefaciens*, a strain isolated from a novel source, European Biotechnology Congress 2017, Dubrovnik, Croatia, 25 - 27 May 2017.

## **Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler**

**Marangoz, B.**, Kahraman, S., Gilaburu Nektarlarının Fenolik, Flavonoid Bileşen İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi, Geleneksel Gıdalar Kongresi, Nisan 2014, Adana.

**Marangoz, B.**, Kahraman, S., Altıok, E., Probiyotik Bakterilerin Tanımlı Ortamda Büyüme Kinetiklerinin İncelenmesi Ve Gıdaya Adaptasyonunun Takibi, 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, İzmir, TÜRKİYE, Kasım 2015. Sözel

**Marangoz, B.**, Bostan, K., Kahraman, S., Akgül, Ö., Salamura Beyaz Peynirlerde Bozulma Yapıcı Proteolitik Aerob Sporlu Bakterilerin Tanımlanması, 1. Ulusal Sütçülük Kongresi, Ankara, Türkiye, 25-26 Mayıs 2017